



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

QUALIDADE DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DA TERRA NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Marlete Moreira de Sousa Mendes⁽¹⁾; Ana Clara Rodrigues Cavalcante⁽²⁾; Francisco Éden Paiva Fernandes⁽³⁾; Ismail Soares⁽⁴⁾; Teógenes Senna de Oliveira⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Doutoranda; Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais; Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 807, CEP 60455-760, Fortaleza, Ceará. ⁽²⁾ Pesquisadora; Embrapa Caprinos e Ovinos; Estrada Sobral/Groaíras, Km 4, CEP 62010-970, Sobral, Ceará.

⁽³⁾ Analista Técnico; Embrapa Caprinos e Ovinos; Estrada Sobral/Groaíras, Km 4, CEP 62010-970, Sobral, Ceará. ⁽⁴⁾ Professor Adjunto; Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Bloco 807, CEP 60455-760, Fortaleza, Ceará; Endereço eletrônico (teo@ufc.br).

Resumo – A forma de uso da terra tem influência direta sobre a qualidade do solo. Optar pela implantação de sistemas agroflorestais tem-se tornado uma solução viável para manutenção e/ou melhoria das condições do solo. Este trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades químicas do solo, comparando mata nativa, cultivo tradicional e sistema agroflorestal e, dentro deste, as diferenças nessas propriedades sob influência ou não das árvores. As coletas de solo foram realizadas na Fazenda Crioula, pertencente ao Centro de Pesquisas de Caprinos e Ovinos (EMBRAPA) em Sobral-CE, nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40, adotando-se quatro repetições em cada área. As análises realizadas foram: pH em água, acidez trocável (H+Al), N total, Carbono Orgânico do Solo (COS), P disponível e Na, K, Ca e Mg trocáveis. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos quanto aos valores de pH, acidez trocável, Mg, Na e COS, enquanto que os maiores valores de N total, P disponível e K trocável foram encontrados no AGP sob a copa das árvores.

Palavras-Chave: sistemas agroflorestais; cultivo tradicional; propriedades químicas do solo; agroecologia.

INTRODUÇÃO

De acordo com a forma de uso do solo, este pode ser alterado positiva ou negativamente. Técnicas tradicionais de preparo e uso da terra têm dado lugar a manejos alternativos, tais como agricultura orgânica e sistemas agroflorestais (SAFs). Sistemas agroflorestais (SAFs) são conhecidos por seus benefícios quando comparados às monoculturas (Schroth et al., 2002).

Os SAFs podem aumentar consideravelmente a utilização da precipitação em relação a cultivos anuais (Lott et al., 2003). Além disso, os componentes arbóreos promovem maior infiltração e menor escoamento superficial da água, diminuindo, assim, a erosão e a perda de nutrientes por lixiviação; as suas raízes mais profundas melhoram a percolação da água; sua copa promove sombreamento o que diminui a temperatura e incidência de raios solares no solo; o material por elas liberado (como serapilheira e

exsudatos) contribui para a matéria orgânica do solo e melhora as condições de existência da microflora e micro e mesofauna do solo, entre outros benefícios (Altieri, 1999; Gliessman, 2005).

Estudos mostram que os SAFs podem reduzir em até 28% a lixiviação de nitrogênio, aumentar a imobilização do carbono dentro das árvores (Palma et al., 2007), aumentar em mais de 100% a biomassa total (Chauhani et al., 2010), melhorar o pH, a capacidade de troca catiônica, os teores de bases trocáveis e de carbono orgânico (Sharma et al., 2009), enquanto os monocultivos permitem a elevação da temperatura e a diminuição da umidade do solo (Ghanbari et al., 2010) entre outras influências negativas sobre as características ambientais. Comparados a áreas de vegetação nativa, os SAFs podem ter semelhantes ou melhores teores de nitrogênio (Maia et al., 2008) e carbono (Maia et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades químicas de solo em mata nativa, cultivo tradicional e sistema agroflorestal, sendo este último avaliado nas regiões sob e fora da copa das árvores.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As coletas de solo foram realizadas na Fazenda Crioula, pertencente à Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral-CE (3°41' S e 40°20' W), a 70m acima do nível do mar, cujo clima é tropical equatorial, seco, muito quente e semiárido do tipo BSW'h, de acordo com a classificação de Köppen (BRASIL, 1981). As classes de solos mais frequentes da área são classificadas como Luvisolo Crômico Órtico típico (Aguar et al., 2006). As áreas selecionadas são destinadas às seguintes finalidades: sistema de cultivo tradicional (TR), sistema agroflorestal (AGP) e manutenção da vegetação natural (MN). O TR é constituído por uma área de 0,8 ha cultivada com milho; a limpeza da área é feita de forma tradicional (retirada total e queima da vegetação). O AGP ocupa uma área de 1,8 ha, onde o cultivo do milho é feito entre aléias, com fileiras de leucena (*Leucena* sp.); a vegetação natural nessa área foi raleada, tendo sido preservados 20% da cobertura vegetal arbórea nativa, cuja espécie dominante é o pau-branco (*Auxemma oncocalyx*). Durante o período chuvoso, toda parte aérea de leucena e o material originado da poda da

rebrotos dos troncos e arbustos são cortados e a massa verde incorporada ao solo. Durante o período de seca esta parcela é utilizada como banco de proteínas para um rebanho de 20 matrizes. Nesta área aplica-se todo o esterco recolhido do aprisco, por ocasião do plantio, todavia, em 2011, essa prática não foi realizada. A MN é uma área de Caatinga conservada com cerca de 50 anos, que foi usada como referência para as outras áreas.

Tratamentos e amostragens

As amostras de solo foram coletadas aleatoriamente no TR e na MN; no AGP foi coletado sob a copa do pau-branco (a 20 cm do caule; AGP sob) e fora da copa (a 3,0 m do caule, aproximadamente; AGP fora), nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm, no mês de fevereiro, antes do milho ser cultivado nos sistemas. Foram coletadas 48 amostras de solo, correspondendo a 12 amostras por tratamento, quatro para cada profundidade.

Análises de solo

As amostras de solo foram secas ao ar, peneiradas (malha de 2,0 mm) e armazenadas. Determinaram-se os teores de carbono orgânico do solo (COS), N total, bases trocáveis (Na, K, Ca e Mg), acidez trocável, P disponível e pH em água. As análises de solo foram realizadas no Laboratório de Manejo de Solos da Universidade Federal do Ceará, seguindo metodologia recomendada pela EMBRAPA (1997), com exceção do COS, cujo método é descrito por Mendonça e Matos (2005) e do N total para o qual se utilizou método de destilação sulfúrica e titulação com ácido sulfúrico 0,01N, conforme proposto por Malavolta et al. (1997), com modificações para análise de solo. Para P disponível, Na e K trocáveis, utilizou-se Mehlich como extrator e, para Ca e Mg trocáveis, acetato de amônio a pH 7,0 e titulação com EDTA. Na e K foram determinados por fotometria de chama e o P disponível por colorimetria. Para a acidez trocável foram utilizados o KCl como extrator e NaOH para a titulação.

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises químicas dos tratamentos estão apresentados na Tabela 1. Os valores de COS variaram de 12 a 35 g kg⁻¹, considerando todas as camadas. O pH em água variou de 5,87 a 6,81 e a acidez trocável foi de 0,150 a 0,200 cmol_c kg⁻¹, o que corresponde a solo levemente ácido. O Mg trocável variou de 1,77 a 4,12 mg kg⁻¹ e o Na trocável de 17,0 a 44,5 mg kg⁻¹. Não houve diferença entre os tratamentos para estes parâmetros.

O Ca trocável apresentou teores elevados no AGP sob e fora da copa, na camada de 10-20 cm; quanto às demais profundidades e tratamentos não houve diferença.

Quanto ao COS, os resultados foram semelhantes aos encontrados por Maia et al. (2007) para a camada

de 6-12 cm, onde não houve diferença entre mata nativa, sistema agrosilvipastoril e cultivo tradicional. Todavia, na camada de 12-20 cm, a mata nativa apresenta maior teor que no sistema agrosilvipastoril. Tornquist et al. (1999), comparando sistemas agroflorestais com áreas de pastagem, também não verificaram diferenças significativas para o COS. Uma possível explicação para esse fato é a sensibilidade da metodologia de COS; técnicas que utilizem fracionamento da matéria orgânica são mais apuradas para se verificar alterações em decorrência do manejo do solo.

O N total variou de 0,31 a 2,41 g kg⁻¹, sendo o maior valor médio encontrado no tratamento AGPsob. Fora da copa, os valores assemelham-se ao da mata nativa. O menor teor N total foi encontrado na camada de 20-40 cm no TR; para a camada de 10-20 cm não houve diferença significativa entre os tratamentos. Um estudo realizado por Perez-Marin e Menezes (2008) comprovou que a água da chuva que escorria pelo tronco de árvores de *Gliricidia sepium* tinham 300% mais nitrogênio que a água da chuva que não era interceptada pela copa/tronco, fato que poderia levar a diferenças entre a região sob a copa da árvore e a fora da copa. As Figuras 1, 2 e 3 mostram as diferenças, quanto ao N total, P disponível e K trocável, respectivamente, na camada de 0-10 cm, entre os tratamentos. Pode-se notar como os valores do sistema agrosilvipastoril sobressaem-se em relação aos demais. Para a camada de 10-20 cm não houve diferenças no N total entre os tratamentos e para a de 20-40 cm o TR apresentou a menor média.

Perez-Marin e Menezes (2008) também observaram aumentos nos teores de P e K no solo, onde foi depositada a água da chuva que escorreu pelo tronco, em mais de 100%. Maia et al. (2008) não encontraram diferenças nos teores de N total na camada de 0-6 cm entre o sistema agrosilvipastoril e a mata nativa, todavia, os valores destes foram menores que o do sistema de cultivo tradicional; na camada de 6-12 cm não houve diferença entre esses três sistemas de uso da terra.

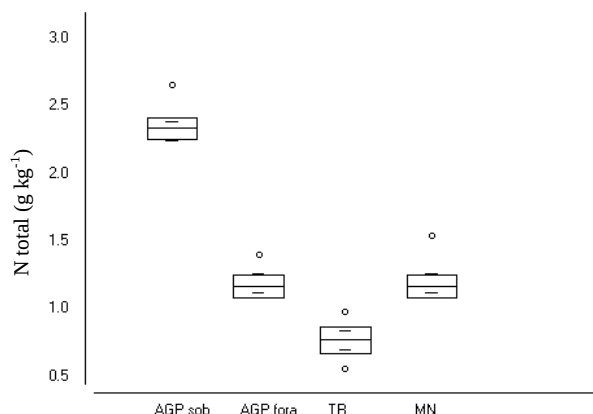


Figura 1. N total na camada 0-10 cm em Luvisolo sob diferentes tratamentos.

Quanto ao P disponível, houve um aumento em 2600% no AGP sob a árvore com relação à MN, na camada de 0-10 cm. Esse percentual é maior que 2800% se for considerada a camada de 10-20 cm. Cardoso et al. (2003), verificando se o teor de P disponível é maior em SAF com

cultivo de *Coffea arabica* (café) do que este em monocultivo, encontraram maiores valores neste segundo tratamento. Todavia, *C. arabica* é uma espécie arbustiva que, no SAF, tem o mesmo potencial ou funcionalidade do componente arbóreo.

Os valores de K trocável não diferiram entre os tratamentos nas camadas de 10-20 e de 20-40 cm, porém, na camada de 0-10 cm ele é 240% maior no AGP sob a copa do que na MN.

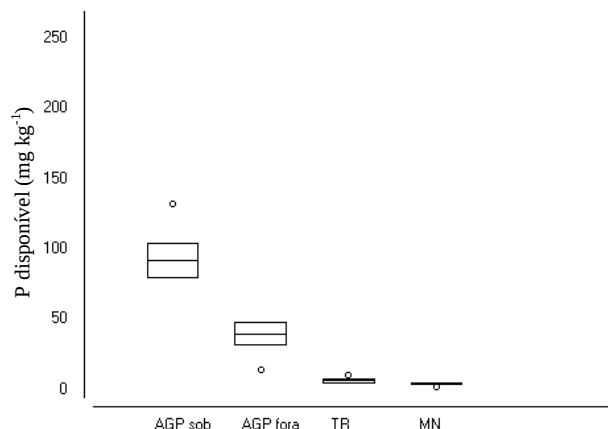


Figura 2. P disponível na camada de 0-10 cm em Luvisol sob diferentes tratamentos.

Na região da Amazônia, sistemas agroflorestais são mais vantajosos que monoculturas (Schroth et al., 2002), sendo que seus benefícios potenciais estão relacionados à melhor eficiência na entrada de nutrientes (Bremner e Kessler, 1997). Estudos que relacionem o aumento da fertilidade do solo em SAF's ao teor de nutrientes nas plantas são essenciais para confirmar os benefícios desses sistemas sobre a produtividade.

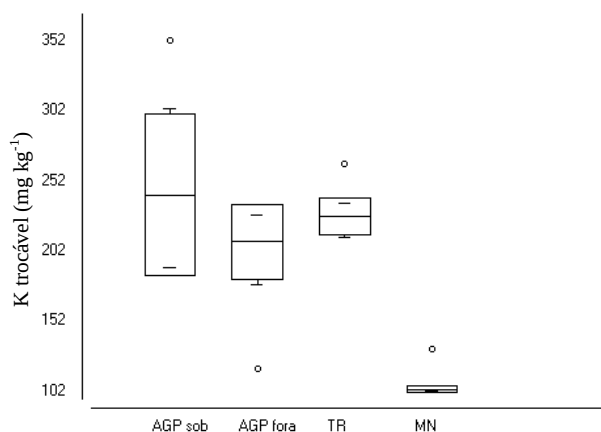


Figura 3. K trocável na camada 0-10 cm em Luvisol com diferentes tratamentos.

CONCLUSÕES

1. O sistema agrosilvipastoril apresentou-se como opção de manejo mais viável que o cultivo tradicional, com base nas características químicas do solo.

2. O sistema agrosilvipastoril apresentou-se, em todos os atributos estudados, melhor ou igual à mata nativa.

3. As árvores, no AGP, são fatores importantes para melhoria da fertilidade do solo.

AGRADECIMENTOS

Aos técnicos e pesquisadores da EMBRAPA Caprinos e Ovinos e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M.I.; MAIA, S.M.F.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S. e ARAÚJO-FILHO, J. A. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. Ver. Ciênc. Agron., 37:270-278, 2006.
- ALTIERI, M. Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável. Montevideo, Nordan, 1999. 325p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. RADAMBRASIL. Folhas SB. 24/25 – Jaguaribe/Natal. Geologia/ Geomorfologia/ Pedologia/ Vegetação/ Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro, 1981. 740p. (Levantamento de Recursos Naturais).
- BREMAN, H. e KESSLER, J.J. The potential benefits of agroforestry in the Sahel and other semi-arid regions. Eur. J. Agron., 7:25-33, 1997.
- CARDOSO, I.M.; VAN DER MEER, P.; OENEMA, O.; JANSSEN, B.H. e KUYPER, T.W. Analysis of phosphorus by ³¹P NMR in Oxisols under agroforestry and conventional coffee systems in Brazil. Geoderma, 112:51-70, 2003.
- CHAUHANI, S. K.; SHARMA, S. C.; BERI, V.; RITU; YADAV, S. e GUPTA, N. Yield and carbon sequestration potential of wheat (*Triticum aestivum*)-poplar (*Populus deltoides*) based agri-silvicultural system. Indian J. Agr Sci, 80:129-135, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1997. 212p.
- GHANBARI, A.; DAHMARDEH, M.; SIAHSAR, B. A. e RAMROUDI, M. Effect of maize (*Zea mays* L.) - cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropping on light distribution, soil temperature and soil moisture in an environment. J. Food Agric. Environ., 8:102-108, 2010.
- GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2005. 653p.
- LOTT, J. E.; KHAN, A. A. H.; BLACK, C. R. e ONG, C. K. Water use in a *Grevillea robusta*-maize overstorey agroforestry system in semi-arid Kenya. For. Eco. Manage., 180:45-59, 2003.
- MAIA, S.M.F.; XAVIER, F.A.S.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S. e ARAÚJO-FILHO, J.A. Frações de nitrogênio em luvisol sob sistemas agroflorestais e convencional no semi-árido cearense. R. Bras. Ci. Solo, 32:381-392, 2008.
- MAIA, S. M.; XAVIER, F. A.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S. e ARAÚJO-FILHO, J. A. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. Agroforest. Syst., 71:127-138, 2007.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. e OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, Potafos, 1997. 319p.
- MENDONÇA, E.S. e MATOS, E.S. Matéria orgânica do solo: métodos de análises. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 107p.
- PALMA, J. H. N.; GRAVES, A. R.; BUNCE, R. G. H.; BURGESS, P. J.; FILIPPI, R.; KEESMAN, K. J.; KEULEN, H.; LIAGRE, F.; MAYUS, M.; MORENO, G.; REISNER, Y. e HERZOG, F. Modeling environmental

- benefits of silvoarable agroforestry in Europe. Agric. Eco. Environ., 119:320-334, 2007.
- PEREZ-MARIN, A.M. e MENEZES, R.S.C. Ciclagem de nutrientes via precipitação pluvial total, interna e escoamento pelo tronco em sistema agroflorestal com *Gliricidia sepium*. R. Bras. Ci. Solo, 32:2573-2579, 2008.
- SCHROTH, G.; D'ANGELO, S.A.; TEIXEIRA, W.G.; HAAG, D. e LIEBEREI, R. Conversion of secondary Forest into agroforestry and monoculture plantations in Amazonia: consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years. For. Eco. Manage., 163:131-150, 2002.
- SHARMA, K. L.; RAJU, K. R.; DAS, S. K.; RAO, B. R. C. P.; KULKARNI, B. S.; SRINIVAS, K.; GRACE, J. K.; MADHAVI, M. e GAJBHIYE, P. N. Soil Fertility and Quality Assessment under Tree-, Crop-, and Pasture-Based Land-Use Systems in a Rainfed Environment. Commun. Soil Sci. Plan., 40:1436-1461, 2009.
- TORNQUIST, C.G.; MONS, S.M.; FEAGLEY, S.M. e HAGAR, J. Agroforestry systems effects on soil characteristics of the Sarapiquí region of Costa Rica. Agric. Eco. Environ., 73:19-28, 1999.

Tabela 1. Atributos químicos de um Luvisolo sob diferentes manejos, Sobral-CE.

Tratamentos	N total	COS	Ca	Mg	Na	K	P	pH	H+Al
	—g kg ⁻¹ —		—mg kg ⁻¹ —						cmol _c kg ⁻¹
----- Profundidade 0-10 cm -----									
MN	1,26Ba	35,47Aa	4,20Aa	1,77Aa	25,50Aa	110,50Ba	3,84Cb	6,41Aa	0,125Aa
AGP sob	2,41Aa	33,42Aa	8,17Aa	2,05Aa	28,00Aa	269,50Aa	102,04Aa	6,76Aa	0,175Aa
AGP fora	1,22Ba	24,25Aa	6,77Aa	2,55Aa	21,00Aa	186,00Ba	33,23Ba	6,81Aa	0,175Aa
TR	0,77Ca	26,07Aa	3,82Aa	3,07Aa	21,00Aa	236,00Aa	7,35Cb	6,42Aa	0,150Aa
----- Profundidade 10-20 cm -----									
MN	0,67Ab	21,17Ab	3,42Ba	1,95Aa	26,50Aa	90,50Aa	1,46Bb	6,31Aa	0,200Aa
AGP sob	0,59Ab	27,38Aa	5,57Ab	2,65Aa	29,50Aa	121,00Ab	41,21Ab	6,39Aa	0,175Aa
AGP fora	0,42Ab	20,77Aa	8,70Aa	3,85Aa	33,50Aa	84,50Ab	6,20Bb	6,36Aa	0,175Aa
TR	0,66Ab	19,80Aa	2,92Ba	4,12Aa	17,00Aa	166,50Aa	3,23Bb	6,20Aa	0,125Aa
----- Profundidade 20-40 cm -----									
MN	0,66Ab	16,35Ab	4,00Aa	3,55Aa	35,50Aa	83,50Aa	1,46Ab	6,36Aa	0,175Aa
AGP sob	0,52Ab	12,61Ab	6,75Aa	3,55Aa	44,50Aa	72,00Ab	24,35Ab	5,98Aa	0,175Aa
AGP fora	0,35Ab	21,69Aa	6,17Aa	3,92Aa	32,50Aa	57,50Ab	2,33Ab	6,33Aa	0,150Aa
TR	0,31Bb	19,56Aa	3,07Aa	2,96Aa	19,50Aa	116,50Ab	1,90Ab	5,87Aa	0,200Aa

MN – mata nativa. AGP – sistema agrosilvipastoril. TR – sistema de cultivo tradicional. Médias seguidas de letra maiúscula igual não diferem entre tratamentos e de minúsculas iguais não diferem entre profundidades pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.