

PRODUÇÃO DE SERRAPILHIRA E CICLAGEM DE NUTRIENTES EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

M. I. Aguiar¹; N. F. L. Vale²; T. S. Oliveira³ e M. M. Campanha⁴

¹Instituto Federal do Piauí - Campus Corrente; ²Universidade Estadual Vale do Acaraú; ³Universidade Federal do Ceará – Campus Pici e ⁴Embrapa Milho e Sorgo.

¹ivanilda@ifpi.edu.br; ²nicholas_eco@hotmail.com; ³teo@ufc.br ⁴monicamc@cnpms.embrapa.br

RESUMO

Sistemas agroflorestais (SAFs) podem ser definidos como sendo uma forma de múltiplos cultivos que sejam compostos de, pelo menos, uma espécie destinada a produção agrícola (anual ou perene) e uma espécie arbórea, interagindo biologicamente. Este tipo de sistema agrícola apresenta inúmeras vantagens e são adaptados a diferentes regiões. Uma das vantagens apontadas para o cultivo em SAFs é a ciclagem de nutrientes favorecida pelo componente arbóreo. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de serrapilheira e a ciclagem de nutrientes em sistemas agroflorestais, comparativamente com um sistema convencional e com a vegetação nativa de caatinga. O estudo foi desenvolvido em Sobral-CE, onde foram avaliados dois sistemas de cultivo agroflorestal destinados a produção de milho para suplementação alimentar de rebanhos caprinos (AGP_C) e ovinos (AGP_O), para efeitos comparativos foram avaliados, também, um sistema de cultivo tradicional da região (TRAD), que utiliza com práticas de manejo a derrubada e queima da vegetação, e uma área sob cobertura vegetal nativa de caatinga (MATA). Para quantificação da serrapilheira produzida foram instalados, aleatoriamente, 10 coletores de 0,5 m² em cada área. O material senescente interceptado em cada coletor foi coletado mensalmente por um período de um ano (fevereiro/2010 a janeiro/2011), seco em estufa e pesado. Após seco, o material foi analisado quanto aos teores de N, P, K, Ca e Mg. Observou-se que em médias os dois sistemas agroflorestais (AGP_C e AGP_O) apresentaram produções semelhantes entre si, maiores que a do sistema de cultivo tradicional (TRAD) e menores do que a observada para a área de nativa (MATA). Considerando os nutrientes avaliados (N, P, K, Ca e Mg), as áreas AGP_C, AGP_O e TRAD retornam ao solo, respectivamente, uma média de 89,9; 123,3 e 43,9 kg de nutrientes por hectare por ano, representando 48, 68 e 23% do retorno proporcionado pela vegetação nativa de caatinga. Os sistemas agroflorestais avaliados apresentaram grande potencial para ciclagem de nutrientes, com produção anual de serrapilheira e aporte de nutrientes superiores ao do cultivo tradicional e intermediários em relação ao da vegetação nativa.

Palavras-chave: sustentabilidade, caatinga, deposição foliar, macronutrientes

1. INTRODUÇÃO

As práticas agrícolas adotadas na agricultura convencional muitas vezes ocasionam diminuição contínua da qualidade do solo, resultando em baixas produtividades. Diante desta constatação, verifica-se uma crescente busca por agroecossistemas capazes de conservar os recursos naturais, dentre estes, o solo. Neste contexto, os sistemas agroflorestais (SAFs) têm se mostrado uma alternativa viável para amenizar os danos causados pela agricultura convencional, recuperando e/ou mantendo a qualidade ambiental e as vantagens econômicas do agroecossistema (ALEGRE; CASSEL, 1996; JACKSON; WALLACE, 2000; HAIRIAH et al., 2006; JIANBO, 2006). Sistemas agroflorestais ou agroflorestas (SAFs) podem ser definidos como sendo uma forma de múltiplos cultivos que sejam compostos de, pelo menos, duas espécies vegetais que interajam biologicamente, sendo uma espécie destinada a produção agrícola (anual ou perene) e uma espécie arbórea (SOMARRIBA, 1992).

De um modo geral, os SAFs são utilizados com alguns dos seguintes objetivos: diversificação da produção, diminuindo os efeitos da sazonalidade, incremento dos níveis da matéria orgânica no solo, fixação biológica do nitrogênio atmosférico, ciclagem de nutrientes, modificação do microclima e otimização do sistema de produção, tendo em vista o conceito de produção sustentável (SOMARRIBA, 1992). Segundo a FAO (1995), os SAFs são considerados, ainda, como estimulantes à sustentabilidade ambiental por favorecerem a preservação da fauna e da flora, a fixação biológica de nitrogênio e a ciclagem de nutrientes. Maia et al. (2004) consideram que a adoção desses sistemas em solos anteriormente cultivados sob manejo não conservacionista, pode resultar no estabelecimento de um novo estado de equilíbrio no ambiente solo, observado pela melhoria de indicadores biológicos. Além disso, a implantação de SAFs pode transformar de forma benéfica a vegetação da área utilizada, melhorando a qualidade e aumentando a quantidade da serapilheira (PENEIREIRO, 1999).

A serapilheira é uma das principais vias de transferências de nutrientes nas áreas nativas, principalmente nitrogênio, cálcio e fósforo. A deposição e decomposição da serapilheira, sob a ação do clima e da fauna edáfica, são considerados processos chave na manutenção da qualidade e estabilidade dos ecossistemas, principalmente em solos de baixa fertilidade natural (CORREIA; ANDRADE, 2008). Em ambientes agrícolas onde a vegetação nativa é retirada para introdução das espécies cultivadas há a quebra desses importantes mecanismos, envolvidos na ciclagem de nutrientes, tornando o ambiente altamente dependente de entradas externas de nutrientes. Em contraposição, o componente arbóreo, presente nos SAFs, absorvem nutrientes das diversas camadas do solo e aportam continuamente material orgânico, gerando impactos à superfície e abaixo da superfície do solo e contribuindo para a ciclagem de nutrientes no ambiente agrícola. Duarte (2007) ressalta que o contínuo aporte de material senescente sobre o solo, formando uma cobertura estável ao longo do ano, é favorecido pela utilização de diferentes espécies arbóreas em um mesmo SAF. Para essa autora sistemas agroflorestais diversificados permitem uma ciclagem de nutrientes constante e equilibrada, favorecendo a melhoria física, química e biológica do solo.

Em região semiárida, Carvalho (2003) quantificou a produção de serrapilheira em um sistema de produção agrossilvipastoril, observando que o mesmo tem a capacidade de produzir 3,3 toneladas de matéria seca por hectare por ano, representando cerca de 47% da produção anual de uma área de caatinga secundária sob as mesmas condições edafoclimáticas (FERNANDES et al., 2008). Estima-se que a serrapilheira produzida anualmente nesse sistema fornece cerca de 50,8 kg ha⁻¹ano⁻¹ de N (FERNANDES et al., 2008), 57,6 kg ha⁻¹ano⁻¹ de Ca (MORENO et al., 2007), 4,5 kg ha⁻¹ano⁻¹ de Mg (DUTRA et al., 2007) e 6,7 kg ha⁻¹ano⁻¹ de P (ALBUQUERQUE et al., 2007). O processo de decomposição libera, em até um ano, cerca de 89, 90 e 88% de N, P e K contidos na serrapilheira (LIMA, 2009). A transferência de carbono da vegetação para o solo, via serrapilheira, no SAF avaliado por Carvalho (2003) foi de 1,7 t ha⁻¹. Esse autor ressalta que a reciclagem de carbono e nutrientes são processos fundamentais nos ciclos

biogeoquímicos, principalmente em regiões tropicais e de solos pobres. A reciclagem via serrapilheira representa uma das principais contribuições para o uso eficiente dos nutrientes e para a sustentabilidade da produção agrícola.

Os trabalhos acima citados foram realizados todos no mesmo sistema agroflorestal que visa a produção integrada de ovinos e caprinos no semiárido nordestino. Fora esses, são raros estudos que avaliem aspectos relacionados com a deposição e decomposição de serapilheira em sistemas agroflorestais, sobretudo em regiões semiáridas.

Neste contexto, com a hipótese de que em sistemas agroflorestais a produção de serapilheira contribui para a ciclagem de nutrientes, objetiva-se quantificar a produção de serapilheira em sistemas agroflorestais e avaliar a aporte de nutrientes no solo via deposição desse material, em comparação com um sistema de cultivo tradicional e com a vegetação nativa de caatinga.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Fazenda Crioula, do Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos e Ovinos (CNPACO-EMBRAPA), situada em Sobral, Ceará. A temperatura média anual do município de Sobral é de 27° e a média pluviométrica é de 821 mm (IPECE 2007). Na área do experimento a precipitação pluviométrica anual em 2010 foi 638 mm, com média dos últimos 10 anos de 989 mm, distribuída, predominantemente, entre os meses de janeiro a maio. O clima é tropical equatorial seco, muito quente e semiárido do tipo BSW'h, segundo a classificação de Köppen. O solo da área é representado por manchas de Luvisolo Crômico Órtico típico e Luvisolo Hipocrômico Órtico típico (AGUIAR et al., 2006). A vegetação é composta por uma savana caducifólia espinhosa, regionalmente conhecida como caatinga (COLE, 1960). A partir de experimentos que avaliam sistemas de produção sustentáveis (ARAUJO FILHO; CARVALHO, 2001), desenvolvidos no CNPACO desde 1997, avaliou-se dois agroecossistemas pertencentes aos sistemas de produção de caprinos e ovino, respectivamente. Além desses, foram avaliados uma área sob cultivo tradicional da região e uma área sob vegetação nativa de caatinga, conforme descritos abaixo:

1. Agrossilvipastoril para produção de caprinos (AGP_C): agroecossistema (1,2 ha) no qual foi realizado raleamento da vegetação nativa com preservação de aproximadamente 20% da cobertura vegetal arbórea. Nesta área é cultivado milho (*Zea mays* L.) ou sorgo (*Sorghum bicolor* L.) em aléias formadas por leucena (*Leucaena leucocephala*) ou glirícidia (*Gliricida Sepium*). As leguminosas (leucena e glirícidia) são podadas, periodicamente, permanecendo sempre como subarbustos. Durante o período seco, a área é utilizada como banco de proteínas para um rebanho de 20 matrizes caprinas. Nesta área são realizadas capinas manuais, para evitar a competição das plantas herbáceas com o milho ou com o sorgo, na fase inicial de crescimento desses. O componente arbóreo desta área é formado por indivíduos das espécies *Cordia oncocalyx* Allemão, *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Caesalpineia ferrea* Mart., *Bauhinia cheilantha* Bong. e *Caesalpineia gardneriana* Benth.
2. Agrossilvipastoril para produção de ovinos (AGP_O): agroecossistema (1,2 ha) semelhante ao descrito anteriormente, porém utilizado durante o período de seca, como banco de proteínas para um rebanho de 20 matrizes ovinas. O componente arbóreo desta área é composto por indivíduos das espécies *Cordia oncocalyx* Allemão, *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Caesalpineia ferrea* Mart., *Caesalpineia gardneriana* Benth., *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, *Mimosa caesalpinifolia* Benth., *Ziziphus joazeiro* Mart. e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenam.

3. Cultivo Tradicional (TRAD): agroecossistema (1,0 ha) submetido ao manejo agrícola tradicional da região semiárida brasileira. Esse manejo caracteriza-se pelo desmatamento e queimada de toda a vegetação, seguida de cultivo por dois ou três anos consecutivos. Durante os períodos de entressafra, animais têm acesso a área para consumirem os restos culturais. A partir do terceiro ano após o desmatamento a área é deixada em pousio por aproximadamente 10 anos (ARAUJO FILHO, 2002). Para este estudo, na área sob TRAD foi realizado desmatamento e queimada durante o período seco de 2009, sendo cultivada com a monocultura de milho e de sorgo, durante o período chuvoso de 2010. No entorno desta área estão localizadas áreas sob vegetação de caatinga secundária em diferentes estágios de sucessão. Após a colheita do milho e do sorgo ocorre a rebrotação de troncos de espécies nativas presentes na área, bem como o estabelecimento de espécies herbáceas.
4. Vegetação nativa (MATA): área (1,2 ha) com cobertura de vegetal nativa de caatinga conservada por mais de 50 anos. O componente arbóreo arbustivo desta área é composto por indivíduos das espécies *Cordia oncocalyx* Allemão, *Caesalpineia gardneriana* Benth., *Mimosa caesalpinifolia* Benth., *Bauhinia cheilantha* Bong., *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab., *Combretum leprosum* Mart., *Croton blachetianus* Baill. e *Jatropha pohlian* Müell Arg.

Para coleta da serrapilheira produzida pelas árvores e arbustos foram instalados coletores de 0,5 m² (1,0 m x 0,5 m) a, aproximadamente, 0,9 m de altura do solo, espaçados aleatoriamente nas áreas estudadas, perfazendo um total de 10 por área. O material senescente interceptado pelos coletores foi mensalmente coletado por um período de um ano (fevereiro de 2010 a janeiro de 2011). Após a coleta o material foi acondicionado e levado ao laboratório. No laboratório o material foi seco, em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, pesado e moído. Posteriormente foram obtidos dados de produção por área por ano e realizadas as determinações dos teores de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg), de acordo com Malavolta et al. (1989). O aporte anual de nutrientes via serapilheira foi obtido pela multiplicação dos teores de nutrientes presentes na serapilheira pelo total de serapilheira produzida em cada área. Para fins de comparação entre as áreas foi calculada a média e o desvio padrão dos dados obtidos em cada área estudada.

3. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

3.1 Produção de serapilheira

A quantidade de serapilheira produzida anualmente nos sistemas avaliados encontra-se na Figura 1. Observa-se que em médias os dois sistemas agroflorestais (AGP_C e AGP_O) apresentaram produções semelhantes, maiores que a do sistema de cultivo tradicional (TRAD) e menores do que a observada para a área de nativa (MATA). A produção média dos SAFs durante o período avaliado foi de 1317 e 1812 kg ha⁻¹, para os sistemas de produção de caprinos e ovinos, respectivamente. Enquanto que o sistema de cultivo tradicional proporcionou menos do que a metade desses aportes (588 kg ha⁻¹). Vale ressaltar que a área sob cultivo tradicional apesar de ter sua vegetação nativa retirada no preparo para plantio, permite crescimento das rebrotas dos tocos presentes na área, bem como de espécies herbáceas, a exemplo do *Hyptis suaveolens* Poit. que, após estabelecimento das culturas de milho e sorgo, cresce livremente atingindo alturas maiores que 1,5 m, e conseqüentemente contribuem para a produção de serapilheira quantificada para esta área. Ademais a área situa-se no entorno de áreas com vegetação nativa em diferentes estágios de sucessão, o que também pode estar contribuindo com material senescente trazidos pelo vento.

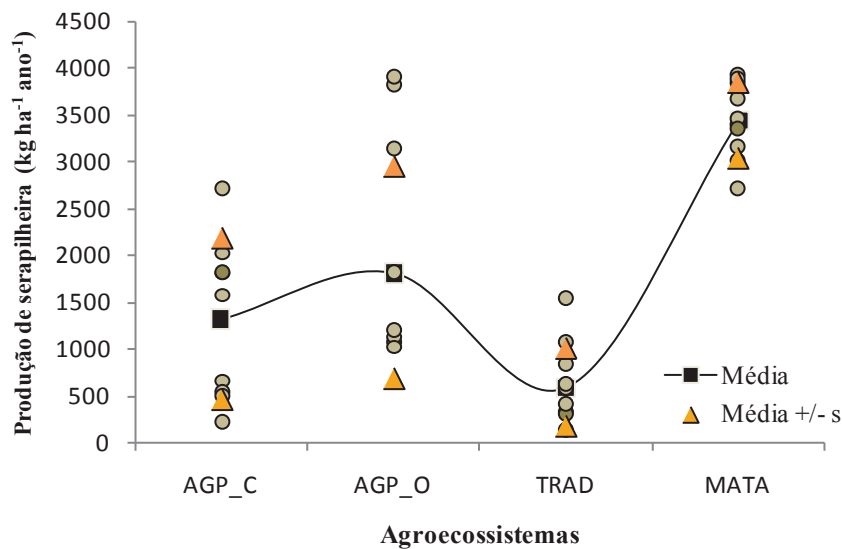


Figura 1- Produção de serapilheira ($\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) em diversos sistemas de cultivo e em área de caatinga conservada, Sobral-CE, 2010. $n = 10$; $s =$ desvio padrão.

A produção de serapilheira obtida pelos SAFs corresponde a 38 e 52% da produção observada na MATA, enquanto que o TRAD contribui com apenas 17% da produção nativa. Esses resultados enfatizam a importância dos SAFs como alternativas de sistemas de cultivos sustentáveis, pois, promovem o uso eficiente de matéria orgânica e minimizam a degradação do solo, reduzindo a necessidade de entrada de insumos.

Não foram encontrados na literatura estudos que avaliam o aporte de serapilheira em sistemas agroflorestais sob condição semiárida, que pudessem ser comparados com os aqui avaliados, porém observa-se que a produção obtida em AGP_C e AGP_O, sistemas que mantêm cerca de 20% de cobertura arbórea nativa, foi superior a observada por Alves et al. (2006) em áreas de caatinga, na Paraíba porém, menores que a observada por Santana (2005) em caatinga arbustiva-arbórea no Seridó (RN).

Pesquisa realizada por Fernandes et al. (2008), nas áreas AGP_O e MATA, entre 2001 e 2002, revelou valores relativamente maiores que os observados atualmente para as duas áreas, possivelmente devido aos maiores volumes pluviométricos ocorridos no período do estudo anterior. O volume pluviométrico, bem como a distribuição deste ao longo do ano, é um dos principais fatores que influenciam a produção anual de serapilheira (CORREIA; ANDRADE, 2008).

A maior parte da queda do material senescente ocorre no período seco, com pico de produção no início da estação seca, corroborando com o observado por diversos outros trabalhos (CARVALHO, 2003; SANTANA, 2005; SOUTO, 2006). Provavelmente este fato é resultado do mecanismo de adaptação das espécies do bioma para reduzir a perda de água no período seco via transpiração (SANTANA, 2005).

3.2 Transferência de nutrientes ao solo via serapilheira

A quantidade de nutrientes aportada ao solo via serapilheira nas diferentes áreas avaliadas (Figura 2) seguiu a mesma tendência da produção de material senescente, ou seja, $MATA > AGP_O =$

AGP_C > TRAD, com exceção do potássio (Figura 2B) que teve quantidades aportadas iguais para todas as áreas de manejo agrícola (SAFs e tradicional).

O nutriente que teve maior quantidade de retorno ao solo foi o cálcio, seguido do nitrogênio e do potássio. O fósforo foi o nutriente de menor retorno em todas as áreas estudadas. A mesma tendência foi observada por Santana (2005) em áreas de caatinga no Seridó (RN). Esse autor destaca que o potássio é o elemento de mais rápida liberação. Porém, estudo realizado por Lima (2009) em área de sistema de produção agrossilvipastoril demonstra porcentagens de liberação semelhantes para nitrogênio, fósforo e potássio, em torno de 88% anual.

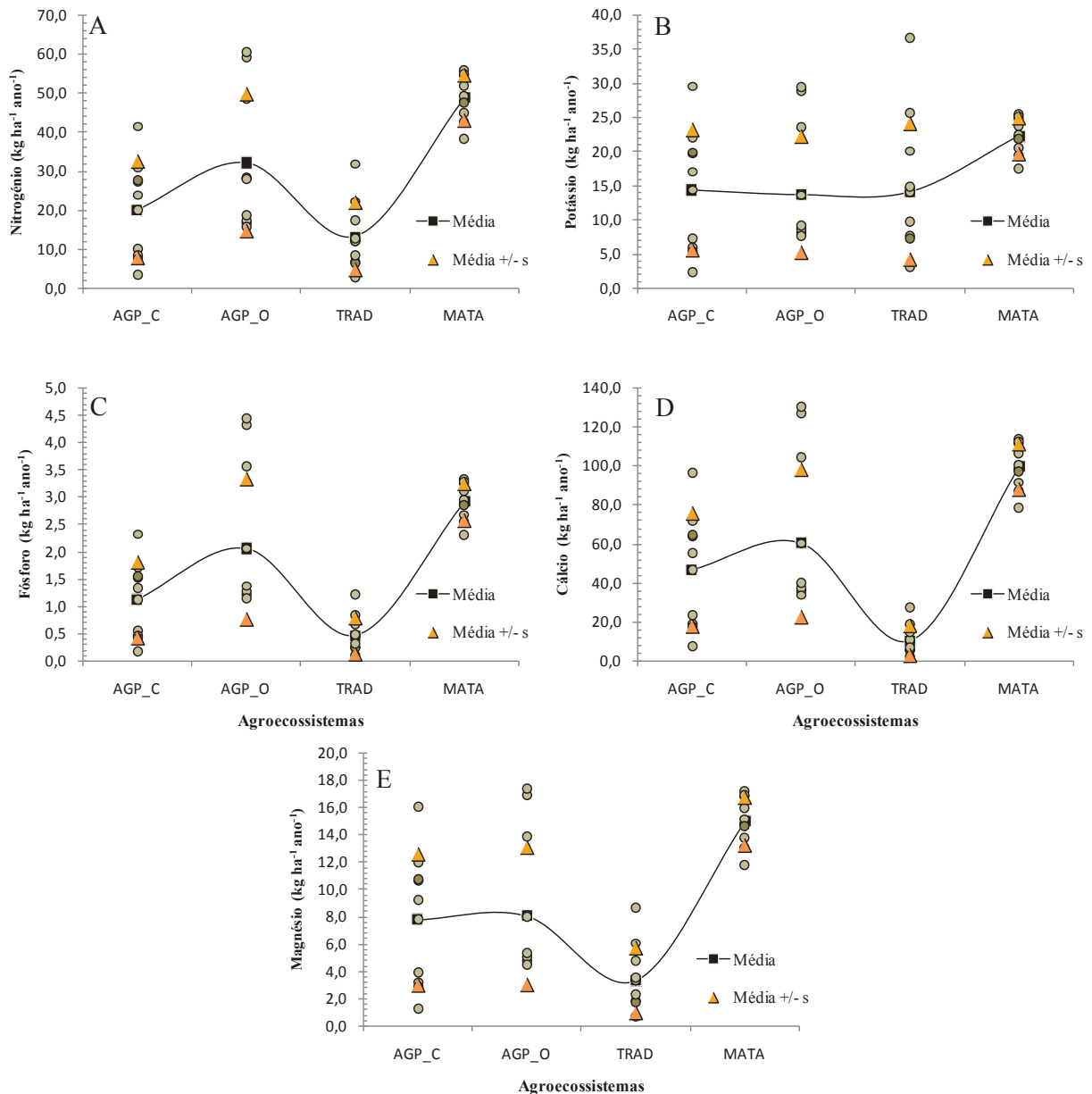


Figura 2 – Transferência de nutrientes em (kg ha⁻¹ ano⁻¹) via serapilheira em diversos sistemas de cultivo e em área de caatinga conservada, Sobral-CE, 2010. n = 10; s = desvio padrão.

A transferência média de nitrogênio via serapilheira nos sistemas agroflorestais estudados representa cerca de 12%, no AGP_C, e 18%, no AGP_O, da quantidade removida em sistemas consorciados de cereais/leguminosas, porém vale destacar que esta é apenas uma das fontes de matéria orgânica (MAIA et al., 2007) e nutrientes aportadas nesses sistemas. A reciclagem contínua via material senescente representa, juntamente com a adubação verde (via leguminosas leucena e gliricídia), as principais contribuições para o uso eficiente dos nutrientes e para a sustentabilidade da produção de milho (CARVALHO, 2003).

Considerando os nutrientes avaliados (N, P, K, Ca e Mg) as áreas AGP_C, AGP_O e TRAD retornam ao solo, respectivamente, em torno de 89,9; 123,3 e 43,9 kg de nutrientes por hectare por ano, representando 48, 68 e 23% do retorno proporcionado pela vegetação nativa de caatinga.

A transferência de nutrientes ao solo pela vegetação observada na mata de caatinga nas condições avaliadas é maior que a observada por Santana (2005) para uma área de caatinga arbórea arbustiva no Seridó potiguá. Neste último estudo as espécies de maior importância eram *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis* e *Aspidosperma pyrifolium*, enquanto que na caatinga cearense, as espécies mais representativas são *Cordia oncocalyx*, *Mimosa caesalpinifolia* e *Combretum leprosum*, provavelmente espécies com maior produção anual de biomassa que as anteriores.

4. CONCLUSÃO

Os sistemas agroflorestais avaliados apresentaram grande potencial para ciclagem de nutrientes, com produção anual de serapilheira e aporte de nutrientes superiores ao do cultivo tradicional e intermediários em relação ao da vegetação nativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- AGUIAR, M. I. ; MAIA, S. M. F. ; OLIVEIRA, T. S. ; MENDONÇA, E. S. ; ARAÚJO FILHO, J. A. . Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 270-278, 2006.
- ALBUQUERQUE, L.F.; DUTRA, L.A.; MORENO, A.M.B.; FERNANDES, F.E.P.; CARVALHO, F.C.; ARAÚJO FILHO, J.A. Concentração de fósforo na manta orgânica em um sistema agrossilvipastoril no nordeste brasileiro. VIII Encontro de Iniciação da Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2007. **Anais...**p29
- ALEGRE, J.C.; CASSEL, D.K. Dynamics of physical properties under alternative systems to slash-and-burn. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 58: 39-48, 1996.
- ALVES, A.R.; SOUTO, J.C.; SOUTO, P.C.; HOLANDA, A.C. Aporte e decomposição de serapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**. v.6, n2: 195-206, 2006
- ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. Sistemas de produção agrossilvipastoril para o semi-árido nordestino. In.: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Org.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e sub tropicais**. 1 ed., Brasília: FAO, 2001, p.101-110.
- ARAÚJO FILHO, J. A. Histórico do uso dos solos da caatinga. In: ARAÚJO, Q. R. (org.) **500 anos de uso do solo no Brasil**. Ilhéus: Editus, 2002, p. 329-337
- CARVALHO, F.C. Sistema de Produção agrossilvipastoril para a região Semi-árida do Nordeste do Brasil. Universidade Federal de Viçosa, 2003. Tese (Doutorado em Zootecnia). Viçosa: UFV, 2003. 87p.

- COLE, M.M. Cerrado, Caatinga and Pantanal: the distribution and origin of the savanna vegetation of Brazil. **The Geographical Journal** 126:168-179, 1960.
- CORREIA, M.E.F; ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2. ed. rev. e atual. – Porto Alegre: Metropole, 2008. cap. 10, p.137-158.
- DUARTE, E. M. G. **Ciclagem de nutrientes por árvores em sistemas agroflorestais na Mata Atlântica**. Universidade Federal de Viçosa, 2007. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Viçosa: UFV, 2007, 115p
- DUTRA, L.A.; MORENO, A.M.B.; ALBUQUERQUER, L.F.; FERNANDES, F.E.P.; CARVALHO, F.C.; ARAÚJO FILHO, J.A. Teores de magnésio na manta orgânica em um sistema agrossilvipastoril no nordeste brasileiro. VIII Encontro de Iniciação da Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2007. **Anais...**p48
- FAO-ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Consulta de expertos sobre la avance de la agrofloresteria en zona aridas y semiaridas da america latina ey caribe. Santiago, 1995, 152p. (Série zonas Aridas y Semiaridas, n°1).
- FERNANDES, J.A.B.; CARVALHO, F.C.; ARAÚJO FILHO, J.A.; CAMPANHA, M.M.; DUTRA, L.A. Queda de litter e manta orgânica e teor de nitrogênio (N) em um sistema agrossilvipastoril em Sobral. In: CONGRESSO CEARENSE DE AGROECOLOGIA, 2008, Fortaleza/CE. CONGRESSO CEARENSE DE AGROECOLOGIA, **anais...**2008.
- HAIRIAH, K.; SULISTYANI, H.; SUPRAYOGO, D.; WIDIANTO; PURNOMOSIDHI, P.; WIDODO, R.H.; NOORDWIJK, M.V. Litter layer residence time in forest and coffee agroforestry systems in Sumberjaya, West Lampung. **Forest Ecology and Management**, 224: 45-57, 2006.
- IPECE–Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Básico Municipal, Sobral. SEPLAN–Secretaria do Planejamento e Coordenação, Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2005.
- JAKSON, N.A.; WALLACE, C.K. Tree pruning as means of controlling water use in na agroforestry system in Kenya. **Forest Ecology and Management**, 126: 133-148, 2000.
- JIANBO, L. Energy end economic benefits of two agroforestry systems in northern and southern China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 116: 255-262, 2006
- LIMA, F. W. C. **Efeito dos fatores físicos e biológicos sobre a decomposição e liberação de nutrientes da folhagem de espécies arbóreas da caatinga**. Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2009. Tese (Mestrado e Zootecnia). Sobral: UVA, 2009, 65p.
- MAIA, S.M.F.; XAVIER, F.A.S.; AGUIAR, M.I.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S.; ARAÚJO FILHO, J.A. Sistemas agroflorestais no trópico semi-árido cearense. In: OLIVEIRA, T.S. (coord.) **Solo e Água: aspectos de uso e manejo com ênfase no semi-árido nordestino**. Fortaleza, Departamento de Ciências do Solo, UFC, 2004. p.105-131
- MAIA, S. M. F. ; XAVIER, F. A. S. ; OLIVEIRA, T. S. ; MENDONCA, E. S. ; ARAUJO FILHO, J. A. . Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. **Agroforestry Systems**, v.71, n.2, p.127-138, out. 2007.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1989. 201p.

MORENO, A.M.B.; DUTRA, L.A.; ALBUQUERQUER, L.F.; FERNANDES, F.E.P.; CARVALHO, F.C.; ARAÚJO FILHO, J.A. Conteúdo de cálcio na manta orgânica em um sistema agrossilvipastoril no nordeste brasileiro. VIII Encontro de Iniciação da Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2007. **Anais...**p31

PENEIREIRO, F.M. **Sistemas Agroflorestais Dirigidos Pela Sucessão Natural: Um Estudo de Caso**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1999. Tese (Mestrado em Ciências Florestais). Piracicaba: USP, 1999, 139p.

SANTANA, J. A.S. **Estrutura fitossociológica, produção de serrapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. Universidade Federal da Paraíba, 2005. Tese (Doutorado em Agronomia). Areia: UFPB, 2005. 184 f.

SOMARRIBA, E. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. **Agroforestry Systems**, 19:233-240, 1992.

SOUTO, P.C. **Acumulação e decomposição da serrapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba – Brazil**. Universidade Federal da Paraíba, 2006. Tese (Doutorado em Agronomia) Areia: UFPB, 2006. 145p.