

Carbono e Nitrogênio do Solo Submetido a Sistemas Agroflorestais com Seringueira no Estado do Acre



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Acre
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Documentos 147

Carbono e Nitrogênio do Solo Submetido a Sistemas Agroflorestais com Seringueira no Estado do Acre

*Falberni de Souza Costa
Tadário Kamel de Oliveira
Nilson Gomes Bardales
Charles Rodrigues da Costa*

Embrapa Acre
Rio Branco, AC
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Acre

Rodovia BR 364, km 14, sentido Rio Branco/Porto Velho

Caixa Postal 321

CEP 69908-970 Rio Branco, AC

Fone: (68) 3212-3200

Fax: (68) 3212-3285

<http://www.embrapa.br/acre>

<https://www.embrapa.br/fale-conosco>

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: José Marques Carneiro Júnior

Secretária-Executiva: *Claudia Carvalho Sena*

Membros: *Carlos Mauricio Soares de Andrade, Celso Luis Bergo, Evandro Orfanó Figueiredo, Patrícia Silva Flores, Rivaldave Coelho Gonçalves, Rodrigo Souza Santos, Rogério Resende Martins Ferreira, Tadário Kamel de Oliveira, Tatiana de Campos*

Supervisão editorial: *Claudia Carvalho Sena / Suely Moreira de Melo*

Revisão de texto: *Claudia Carvalho Sena / Suely Moreira de Melo*

Normalização bibliográfica: *Renata do Carmo França Seabra*

Editoração eletrônica: *Eduardo Pereira*

Foto da capa: *Priscila Viudes*

1ª edição

1ª impressão (2016): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Acre

Carbono e nitrogênio do solo submetido a sistemas agroflorestais com seringueira no Estado do Acre / por Falberni de Souza Costa ... [et al]. – Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016.

28 p.: il. color. – (Documentos / Embrapa Acre, ISSN 0104-9046; 147).

1. Sistema de cultivo. 2. Consorciação de cultura. 3. Sistema agroflorestal – Acre. 4. Carbono. 5. Nitrogênio. 6. Efeito estufa. 7. Seringueira. 8. *Hevea* sp. 9. Costa, Falberni de Souza. I. Embrapa Acre. II. Série.

634.99098112

Autores

Falberni de Souza Costa

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Tadário Kamel de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Nilson Gomes Bardales

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, bolsista DCR do CNPq/Fapac, Rio Branco, AC

Charles Rodrigues da Costa

Engenheiro-agrônomo, analista da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Agradecimentos

Os autores agradecem aos senhores João Evangelista da Silva, proprietário da colocalção São Luís, Seringal Porvir, Epitaciolândia, e João Evangelista Ferreira, proprietário da fazenda São João, Senador Guiomard, pela parceria com a Embrapa Acre no desenvolvimento dos projetos “Sistemas agroflorestais para produção e recuperação ambiental na Amazônia” (SEG 02.11.07.016.00.00) e “Sistemas agroflorestais para produção e recuperação ambiental no sudoeste da Amazônia Brasileira” (processo CNPq 481938/2012-5).

Apresentação

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são uma alternativa viável para uso conservacionista do solo na Amazônia Brasileira, gerando renda para o produtor rural, aumentando a biodiversidade e a captura de carbono da atmosfera no solo e na vegetação. Considerando a importância desses aspectos, a pesquisa com SAFs está em processo de ampliação com foco, também, em mensuração de serviços ambientais associados.

Este documento é fruto da cooperação dos conhecimentos tecnológico e tradicional na retomada do tema de SAF para o desenvolvimento rural na Amazônia. Apresenta parte inicial do conhecimento gerado desde o desenho do SAF em 2010 até o ano de 2015, enfatizando o que acontece com o solo na transição para SAFs. Destaca a importância de experimentos de longa duração para o monitoramento de variáveis de solo e vegetação que, integradas com variações meteorológicas interanuais, podem definir qual o SAF adequado para a região avaliada.

Neste contexto contribui com o conhecimento local no que se refere à dinâmica de carbono orgânico total e nitrogênio total em um SAF e reforça a importância de manejos conservacionistas para solos da Amazônia como uma estratégia de provisão de serviços ambientais e melhoria das condições do meio rural.

É uma contribuição da Embrapa para auxiliar pequenos e médios produtores, professores, técnicos e extensionistas no melhor conhecimento das modificações que ocorrem no solo após a implantação de SAFs e fortalecer o processo de tomada de decisão no que se refere ao uso eficiente da terra na Amazônia.

Eufan Ferreira do Amaral
Chefe-Geral da Embrapa Acre

Sumário

Introdução	11
Estratégia da pesquisa	13
Análises dos resultados	17
Resultados	18
Considerações finais	23
Referências	24

Carbono e Nitrogênio do Solo Submetido a Sistemas Agroflorestais com Seringueira no Estado do Acre

*Falberni de Souza Costa
Tadário Kamel de Oliveira
Nilson Gomes Bardales
Charles Rodrigues da Costa*

Introdução

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são uma opção de uso e manejo do solo na Amazônia na medida em que podem promover estabilidade de renda para os produtores rurais ao longo do tempo (BENTES GAMA et al., 2005; BRIENZA JUNIOR; YARED, 1991; OLIVEIRA et al., 2010) e apresentar características que se alinham com medidas ou programas de políticas públicas brasileiras para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, como o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) e o Plano ABC Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. A adoção dos SAFs independe do tamanho da área dos produtores rurais, podendo ser uma alternativa, inclusive, para a agricultura familiar (ABDO et al., 2008; SANTOS, 2000).

Os SAFs podem ser classificados e agrupados de acordo com vários critérios, como, por exemplo, a estrutura do sistema (composição e arranjo espacial dos componentes), função, escala socioeconômica,

nível de gestão e alcance ecológico (NAIR, 1985, 1989). Os modelos de SAFs avaliados neste trabalho são classificados estruturalmente como consórcios agroflorestais, visto que incluem culturas anuais, como milho (*Zea mays*) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), semiperenes, como a banana (*Musa* spp.), e perenes, como açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), seringueira (*Hevea brasiliensis* L.) e castanheira (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), seguindo um planejamento agrônomo e econômico para sua implantação.

Os primeiros SAFs na Amazônia Brasileira foram implantados por produtores rurais e instituições de pesquisa na região nas décadas de 1980 e 1990, com o objetivo de recuperar áreas degradadas. Produtores japoneses em Tomé-Açu (Pará) e agricultores do Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (Reca) em Nova Califórnia, distrito de Porto Velho (Rondônia) implantaram SAFs na década de 1980. A Comissão Executiva da Lavoura Cacaueira (Ceplac), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por meio de suas Unidades na Amazônia Brasileira, e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) também implantaram SAFs na mesma década (BRIENZA JUNIOR et al., 2009).

Atualmente os SAFs são considerados uma alternativa também para mitigação das emissões de gases de efeito estufa, uma vez que a inclusão de espécies perenes no sistema permite que parte do carbono capturado da atmosfera pela fotossíntese por essas espécies seja mantida na biomassa florestal, e a cobertura permanente do solo pela floresta reduz as condições de perda do carbono da matéria orgânica do solo. Contudo, esses efeitos dependem da condição inicial do solo na implantação, da composição e das fases de desenvolvimento do SAF (ALBRECHT; KANDJI, 2003; CANNELL et al., 1996; DIXON, 1995; LIN, 2007; NAIR et al., 2009; SMITH; OLESEN, 2010).

Estudos do efeito dos SAFs sobre as dinâmicas do carbono, em destaque, da matéria orgânica do solo, e em solos de florestas nativas

e áreas desmatadas da Amazônia indicam que métodos precisam ser desenvolvidos para melhor interpretar os resultados (balanço entre estoques e emissões) e entender essa dinâmica nas condições de solo e clima local e que a modelagem pode contribuir para tanto (ALBRECHT; KANDJI, 2003; CERRI et al., 2007). Todavia, é importante que estudos em condições de campo sejam realizados, inclusive para parametrizar modelos (CERRI et al., 2007).

Em adição aos fatores que interferem na implantação e condução de um SAF, o solo é fundamental para alcançar os resultados de sucesso, considerando sua capacidade produtiva nativa e a necessidade de recuperação e manutenção de sua qualidade física e química (ALFAIA et al., 2004; BROWDER; PEDLOWSKI, 2000). Neste trabalho são apresentados resultados dos teores de carbono e nitrogênio da matéria orgânica do solo submetido a sistemas agroflorestais com seringueira no Estado do Acre.

Estratégia da pesquisa

A pesquisa foi realizada em dois municípios e regionais de desenvolvimento do Estado do Acre – Epitaciolândia no Alto Acre e Senador Guiomard no Baixo Acre. Em Epitaciolândia foi avaliado um SAF com seringueira, implantado em 2012, e em Senador Guiomard um SAF com seringueira de 15 anos de condução. Além dos SAFs, em ambos os municípios foram coletados solos em florestas nativas. As coletas de solo foram realizadas em 2012, 2013, 2014 e 2015 em Epitaciolândia (SAF e floresta nativa). Já em Senador Guiomard foram realizadas em 2013, 2014 e 2015 (SAF) e 2013 e 2015 (floresta nativa). Mais detalhes do desenvolvimento da pesquisa são apresentados a seguir por local.

Colocação São Luís, Seringal Porvir – Epitaciolândia

Em Epitaciolândia a pesquisa foi desenvolvida na colocação São Luís (latitude -10°51', longitude -68°43', altitude 224 m), Seringal Porvir, pertencente à Reserva Extrativista Chico Mendes.

Colocação é considerada uma unidade com pelo menos duas estradas de seringa de área mínima de 200 hectares. Cada estrada deve ter, no mínimo, 100 árvores de seringa (BRASIL, 2006).

O clima da região do Seringal Porvir é Am segundo a classificação de Köppen. A dinâmica anual da temperatura média do ar e da precipitação pluvial no período entre 2009 e 2015, que compreende a implantação do experimento e as coletas de solo realizadas para este documento, na região, demonstra que a temperatura varia entre 23,3 °C e 26,3 °C, com média da precipitação de 206 mm entre os meses de outubro a março e de 70 mm entre abril e setembro, com média do total anual para o período de 1.658 mm (INMET, 2016).

O experimento foi instalado durante a estação de chuvas na Amazônia no biênio 2012–2013 sobre um Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2013), com seis tratamentos dispostos em delineamento de blocos ao acaso com três repetições. A área do experimento foi cultivada desde 1993, quando foi desmatada. Nos últimos 10 anos antes da instalação do experimento, a área foi utilizada com pastagem (*Brachiaria brizantha* Hochst Stapf, cv. Marandu – sinónímia *Urochloa brizantha*). O solo foi preparado (grade aradora, camada de 0 cm–20 cm) somente para a instalação do experimento. Foi aplicado calcário (1,5 t ha⁻¹ PRNT 90%) em toda a área e adubo nitrogenado (150 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio) no milho, como primeira cultura anual do experimento. Os outros cultivos anuais não foram mais adubados. Para as espécies permanentes, a adubação foi realizada em cobertura, nas respectivas doses: seringueira – 35,75 g por planta da mistura ureia + sulfato de amônio + cloreto de potássio (GONÇALVES et al., 2013); açazeiro – 50 g de ureia + 50 g de cloreto de potássio por planta (NOGUEIRA et al., 1995); e bananeira – 20 kg de N + 30 kg de K₂O por hectare (BORGES, 2004).

Os tratamentos que compõem o experimento são: A – seringueira em monocultura + grãos, com espaçamento da seringueira de 3 m x 6 m; B – seringueira + grãos + açaí, com espaçamento da seringueira

de 3 m x 8 m; C – seringueira + grãos + açaí, com espaçamento da seringueira de 3 m x 4 m x 12 m; D – seringueira + grãos + banana + açaí + castanha, com espaçamento de 3 m x 4 m x 20 m; E – seringueira + grãos + açaí + banana, com espaçamento de 3 m x 12 m; e F – seringueira + açaí + banana, com espaçamento de 6 m x 8 m (sendo esse último planejado pelo produtor). Neste documento foram avaliados os tratamentos A, C, D e E. Para verificar o efeito dos 19 anos de cultivo nos atributos físicos e químicos do Argissolo foi coletado solo de uma floresta nativa classificada como floresta tropical ombrófila aberta, terras baixas com bambu + floresta ombrófila densa, terras baixas dossel emergente castanheira (ACRE, 2010), contígua à área experimental.

As coletas de solo no Seringal Porvir foram realizadas na implantação do experimento (2012) e em 2013, 2014 e 2015, ou seja, até 3 anos após a instalação do experimento. Com exceção da primeira coleta realizada em novembro de 2012, as demais ocorreram sempre na estação seca (maio a outubro), a fim de garantir condições semelhantes para as comparações entre anos.

Em cada repetição dos tratamentos avaliados foram abertas trincheiras (50 cm x 50 cm x 120 cm). Os atributos físicos e químicos do solo foram monitorados em amostras com estrutura preservada e não preservada, coletadas nas camadas de 0 cm–5 cm, 5 cm–10 cm, 10 cm–15 cm, 15 cm–20 cm, 20 cm–30 cm, 30 cm–40 cm, 40 cm–50 cm, 50 cm–70 cm, 70 cm–90 cm e 90 cm–110 cm. Nas amostras sem estrutura preservada foram determinados os teores totais de carbono e nitrogênio orgânicos, cátions trocáveis (cálcio, magnésio, potássio e alumínio), pH em água e em cloreto de potássio (1:2,5) e densidade de partícula pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 2011; GEE; BAUDER, 1986). Nas amostras com estrutura preservada foi analisada a densidade do solo pelo método anel volumétrico (BLAKE; HARTGE, 1986). A distribuição de tamanhos de partículas em água e em hidróxido de sódio pelo método da pipeta foi determinada após

agitação no equipamento de Wagner, permitindo o cálculo do grau de floculação (EMBRAPA, 2011). Neste documento são apresentados os teores de carbono e nitrogênio do solo e o delta pH para caracterizar a mudança química associada à recuperação e manutenção da capacidade de troca de cátions do solo, após a mudança de floresta nativa para outros usos. Demais resultados serão abordados em outras publicações.

As coletas de solo em 2012 objetivaram classificar e caracterizar o solo das áreas de floresta nativa e pastagem, onde foi implantado o experimento. Antes do preparo do solo, as coletas para classificação seguiram o recomendado em Embrapa (2013), enquanto aquelas para caracterização foram realizadas com trado holandês, nas camadas de 0 cm–10 cm, 10 cm–20 cm, 20 cm–30 cm, 30 cm–40 cm, 40 cm–60 cm, 60 cm–80 cm e 80 cm–100 cm.

Para as coletas de solo em 2013 foi assumido que não houve tempo suficiente para que os tratamentos causassem efeito que justificasse uma coleta individual em cada um deles, com exceção para o efeito do preparo do solo. Dessa forma, foram abertas três trincheiras (50 cm x 50 cm x 120 cm), distribuídas ao acaso, na floresta nativa e na área do experimento.

As coletas de solo de 2014 e 2015 no experimento foram realizadas por tratamento (A, C, D e E), com três repetições. Na floresta nativa as três trincheiras foram distribuídas ao acaso. As coletas nos anos de 2013, 2014 e 2015 foram realizadas nas camadas de 0 cm–5 cm, 5 cm–10 cm, 10 cm–15 cm, 15 cm–20 cm, 20 cm–30 cm, 30 cm–40 cm, 40 cm–50 cm, 50 cm–70 cm, 70 cm–90 cm e 90 cm–110 cm.

Fazenda São João – Senador Guiomard

Em Senador Guiomard a pesquisa foi desenvolvida na fazenda São João (latitude -09 50', longitude -67°26', altitude 204 m).

O clima da região da fazenda São João é Am segundo a classificação de Köppen. A dinâmica anual da temperatura média do ar e da precipitação pluvial no período entre 2000 e 2015 é semelhante à do Seringal Porvir, embora o período total considerado entre os locais seja diferente. A temperatura varia entre 23,5 °C e 26,4 °C, com média da precipitação de 236 mm entre os meses de outubro a abril e de 64 mm entre maio e setembro, para essa série histórica (INMET, 2016). Entretanto, os locais diferem no total anual da precipitação, sendo 1.658 mm na região do Seringal Porvir e 1.974 mm na região da fazenda São João.

O seringal da fazenda São João tem área de 10 ha e foi instalado em Latossolo Vermelho-Amarelo, também classificado conforme Embrapa (2013). A floresta nativa investigada tem a mesma classificação daquela do Seringal Porvir. A área foi desmatada em 1980, com o seringal instalado em três etapas: em 1981 (3 ha), 1982 (1 ha) e 1983 (6 ha). A seringueira foi cultivada em monocultivo até 1999. Em 2000, na época das chuvas, foram plantados cupuaçu, cacau e banana, transformando o seringal em um SAF (seringal SAF), portanto com 15 anos até a coleta de 2015.

As coletas de solo na fazenda São João foram iniciadas em 2013, visto que, devido ao tempo de condução, o seringal foi considerado em estado dinâmico estável, ou seja, com as variáveis a serem investigadas neste documento com modificações dentro de uma amplitude mínima determinada pelos fluxos constantes de energia e massa no sistema solo-vegetação-atmosfera desde a implantação do seringal (VEZZANI; MIELNICZUK, 2011). Os procedimentos das coletas e análises foram idênticos aos do Porvir, tanto para o seringal quanto para a floresta nativa.

Análises dos resultados

A média e o erro padrão da média foram utilizados para descrever/ avaliar os resultados da pesquisa por local investigado. Em

Epitaciolândia analisaram-se os SAFs (tratamentos A, C, D e E) em relação à floresta nativa e a seringueira em monocultivo (tratamento A) em relação aos SAFs. O seringal SAF da fazenda São João foi avaliado em comparação à floresta nativa.

Resultados

Colocação São Luís, Seringal Porvir, Epitaciolândia

O delta pH maior, ou menos negativo, na área de pasto após 19 anos de mudança de uso do solo (Figura 1) está relacionado com a perda de matéria orgânica do solo ao longo do tempo após o corte e queima da vegetação. Essa tendência implica na redução de cargas negativas do solo, importantes para a manutenção de cátions para plantas cultivadas (BRAZ et al., 2013; CARDOSO; LEMOS, 2014; FONTES; ALLEONY, 2006).

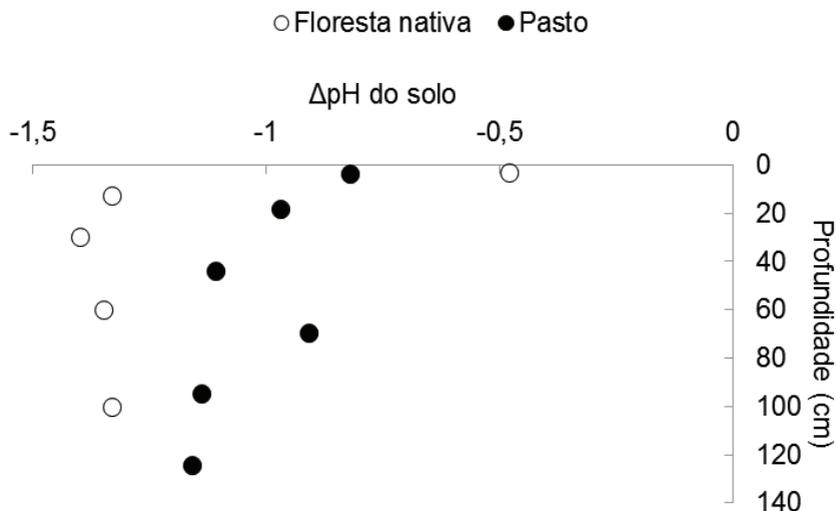


Figura 1. Efeito de 19 anos da mudança de uso do solo de floresta nativa para pasto sobre o Δ pH do solo, sendo os valores sem repetição utilizados dos resultados de análises de amostras coletadas para classificação do solo.

Os teores de carbono e nitrogênio do solo foram semelhantes tanto entre anos de coletas quanto entre tipos de SAFs. O tempo de condução recente do experimento com SAFs pode ser a causa dessa semelhança. Também não foram verificadas diferenças para os teores de carbono e nitrogênio nas camadas mais profundas do solo. Para as camadas superficiais, até 10 cm de profundidade, os teores de carbono orgânico total dos SAFs (média de 2014 e 2015 e dos SAFs A, C, D e E) foram maiores do que na floresta nativa (Figura 2). A incorporação da biomassa da pastagem pode ser responsável por esse incremento nos teores de C em camadas superficiais. Maiores teores de carbono orgânico total na camada superficial do solo (0 cm–20 cm) também foram encontrados por Butzke (2015) ao avaliar atributos químicos do solo sob sistemas agroflorestais com castanheira (*Bertholletia excelsa*), cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) e pupunheira (*Bactris gasipaes*) em duas épocas: 5 e 20 anos após a implantação dos sistemas.

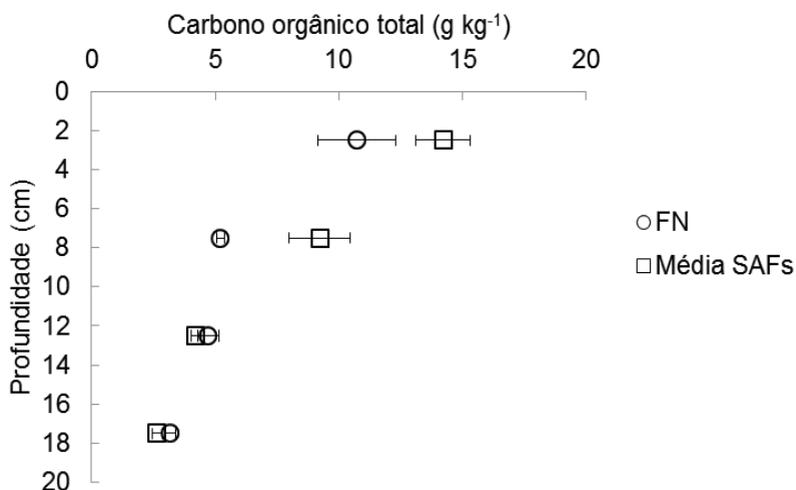


Figura 2. Teor de carbono orgânico total do solo sob floresta nativa (FN) e sob SAFs. FN: média dos anos de coletas; média SAFs: média dos tipos de SAFs e dos anos de coletas; barras representam o erro padrão da média.

Os teores de nitrogênio total foram iguais entre os SAFs (média de 2014 e 2015 e dos SAFs A, C, D e E) e a floresta nativa na camada mais superficial (até 5 cm de profundidade). Na camada seguinte (até 10 cm de profundidade) os SAFs apresentaram maiores teores de nitrogênio total do que a floresta nativa. Comportamento inverso foi verificado na camada seguinte (10 cm–20 cm) (Figura 3).

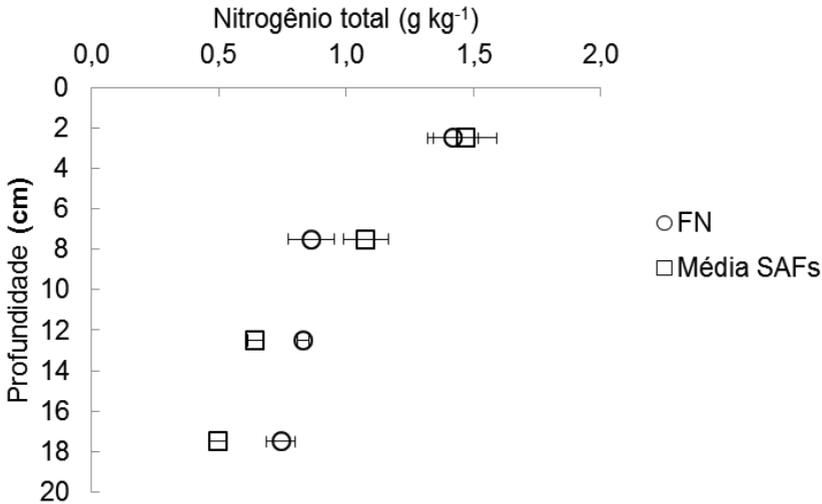


Figura 3. Teor de nitrogênio total do solo sob floresta nativa (FN) e sob SAFs.

FN: média dos anos de coletas; média SAFs: média dos tipos de SAFs e dos anos de coletas; barras representam o erro padrão da média.

Fazenda São João – Senador Guimard

O delta pH maior, ou menos negativo, na área de seringal após 34 anos de mudança de uso do solo (Figura 4) também foi verificado na fazenda São João, indicando que a perda de matéria orgânica do solo após a retirada da floresta nativa é um fator chave para o manejo dos solos ácidos do Estado do Acre (BRAZ et al., 2013; CARDOSO; LEMOS, 2014; FONTES; ALLEONY, 2006).

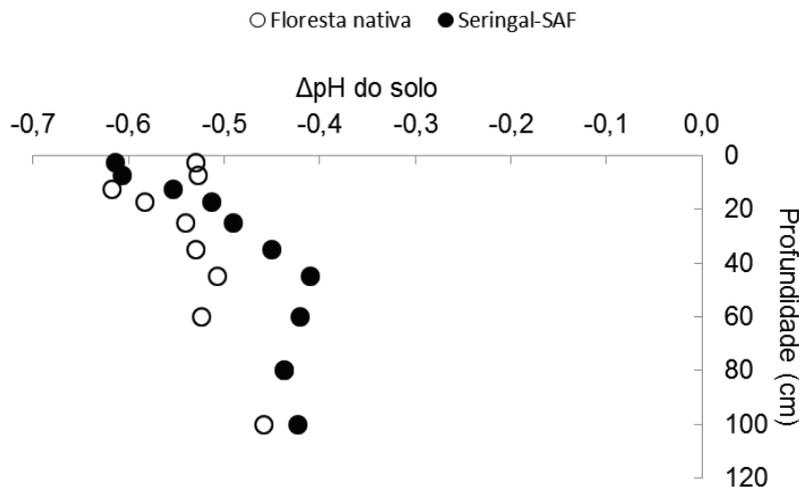


Figura 4. Efeito de 34 anos da mudança de uso do solo de floresta nativa para seringal SAF plantado sobre o Δ pH do solo.

Floresta nativa e seringal SAF: média dos anos de coletas.

Não foram verificadas diferenças para os teores de carbono e nitrogênio do solo tanto entre anos de coletas quanto entre a floresta nativa e o seringal SAF. Especialmente para as camadas superficiais, até 20 cm de profundidade, os teores de carbono orgânico total do seringal SAF foram e/ou apresentaram tendência de serem menores do que na floresta nativa (Figura 5). Mesmo após 34 anos sob influência de seringal e 15 de inclusão de outras espécies, a simplificação dos sistemas atuais (seringal no modelo SAF) não pode ser comparada com a diversidade de espécies que tem uma floresta nativa, com sua vegetação contribuindo para aporte de carbono na matéria orgânica do solo ao longo do tempo.

Os teores de nitrogênio total do seringal SAF foram menores do que na floresta nativa na primeira e terceira profundidade e semelhantes na segunda e quarta profundidade (Figura 6).

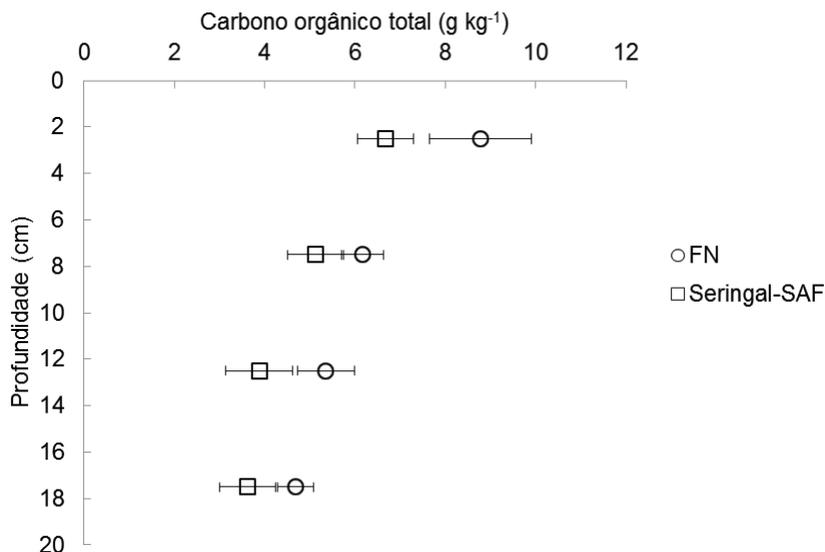


Figura 5. Teor de carbono orgânico total do solo sob floresta nativa (FN) e sob seringal SAF.

FN e seringal SAF: média dos anos de coletas; barras representam o erro padrão da média.

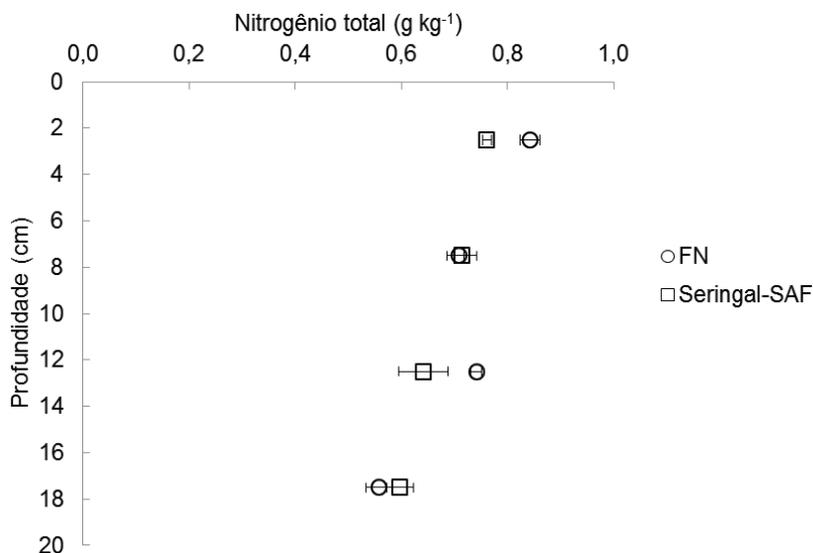


Figura 6. Teor de nitrogênio total do solo sob floresta nativa (FN) e sob seringal SAF.

FN e seringal SAF: média dos anos de coletas; barras representam o erro padrão da média.

Considerações finais

Os resultados apresentados neste documento indicam que o uso do solo com pastagem modificou os teores de carbono orgânico total e nitrogênio total em comparação ao uso direto com SAF com seringueira. Como um efeito herdado da pastagem, associado à recente condução do experimento de Epitaciolândia, os teores de carbono orgânico total e nitrogênio total na camada superficial (0 cm–10 cm) foram maiores nos SAFs em relação à floresta nativa. Embora em forma de tendência e também na camada superficial (0 cm–10 cm), o resultado foi inverso no experimento de Senador Guimard, ou seja, a floresta nativa apresentou maiores teores de carbono orgânico total e nitrogênio total em comparação ao seringal SAF.

O efeito do tipo de uso do solo (SAF ou seringal SAF utilizado nas condições amazônicas do Estado do Acre) nos teores de carbono e nitrogênio depende do seu tempo de condução e da forma e composição como o SAF é estruturalmente definido e instalado.

Referências

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante.

Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 50-59, dez. 2008.

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre, Fase II (Escala 1:250.000)**: documento Síntese. 2. ed. Rio Branco, AC: SEMA, 2010. 356 p.

ALBRECHT, A.; KANDJI, S. T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Zurich, v. 99, n. 1-3, p. 15-27, Oct. 2003.

ALFAIA, S. S.; RIBEIRO, G. A.; NOBRE, A. D.; LUIZÃO, R. C.; LUIZÃO, F. J. Evaluation of soil fertility in smallholder agroforestry systems and pastures in western Amazonia. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Zurich, v. 102, n. 3, p. 409-414, May 2004.

BENTES GAMA, M. M.; SILVA, M. L.; VILCAHUAMÁN, L. J. M.; LOCATELLI, M. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho D' oeste - RO. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 401-411, maio/ jun. 2005.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**: part 1: physical and mineralogical methods. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 363-375. (Agronomy, 9).

BORGES, A. L. **Recomendação de adubação para a bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 4 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado Técnico, 106).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de manejo da reserva extrativista Chico Mendes**. Rio Branco, AC: Ibama, 2006. 90 p.

BRAZ, A. M. S.; FERNANDES, A. S.; ALLEONY, L. R. F. Soil attributes after the conversion from forest to pasture in Amazon. **Land Degradation & Development**, Valencia, v. 24, n. 1, p. 33-38, Jan./Feb. 2013.

BRIENZA JUNIOR, S.; YARED, J. A. G. Agroforestry systems as an ecological approach in the Brazilian Amazon development. **Forest Ecology and Management**, Sidney, v. 45, n. 1-4, p. 319-323, Nov. 1991.

BRIENZA JUNIOR, S.; MANESCHY, R. O.; MOURÃO JUNIOR, M.; GAZEL FILHO, A. B.; YARED, J. A. G.; GONÇALVES, D.; BENTES GAMA, M. Sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira: análise de 25 anos de pesquisas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 67-76, 2009.

BROWDER, J. O.; PEDLOWSKI, M. A. Agroforestry performance on small farms in Amazonia: findings from the Rondonia Agroforestry Pilot Project. **Agroforestry Systems**, Columbia, v. 49, n. 1, p. 63-83, Oct. 2000.

BUTZKE, A. G. **Dinâmica de atributos químicos em diferentes tipos de solos sob sistemas agroflorestais**. 2015. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2015.

CANNELL, M. G. R.; VAN NOORDWIJK, M.; ONG, C. K. The central agroforestry hypothesis: the trees must acquire resources that the crop would not otherwise acquire. **Agroforestry Systems**, Columbia, v. 34, n. 1, p. 27-31, Apr. 1996.

CARDOSO, V. M. M.; LEMOS, V. P. Adsorção simultânea do Cu (II), Zn (II) e Ni (II) em argilas da Formação Solimões. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 169-189, mar./abr. 2014.

CERRI, C. E. P.; EASTER, M.; PAUSTIAN, K.; KILLIAN, K.; COLEMAN, L.; BERNOUX, M.; FALLOON, P.; POWLSON, D. S.; BATJES, N. H.; MILNE, E.; CERRI, C. C. Predicted soil organic carbon stocks and changes in the Brazilian Amazon between 2000 and 2030. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Zurich, v. 122, n. 1, p. 58-72, Sept. 2007.

DIXON, R. K. Agroforestry systems: sources or sinks of greenhouse gases? **Agroforestry Systems**, Columbia, v. 31, n. 2, p. 99-116, Aug. 1995.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

FONTES, M. P. F.; ALLEONY, L. R. F. Electrochemical attributes and availability of nutrients, toxic elements, and heavy metals in tropical soils. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 3, p.589-609, nov./dez. 2006.

GEE, G. W.; BAUDER, J. W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**: part 1: physical and mineralogical methods. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 383-411. (Agronomy, 9).

GONÇALVES, R. C.; SÁ, C. P. de; DUARTE, A. A. F.; BAYMA, M. M. A. **Manual de heveicultura para a região sudeste do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2013. 152 p. (Embrapa Acre. Documentos, 128).

INMET. **Informações de estações meteorológicas**. 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

LIN, B. B. Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. **Agricultural and Forest Meteorology**, New Haven, v. 144, n. 1-2, p. 85-94, 2007.

NAIR, P. K. R. Classification of agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, Columbia, v. 3, n. 2, p. 97-128, June 1985.

NAIR, P. K. R. **Agroforestry systems in the tropics**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1989. 664 p. (Forestry Sciences, 31).

NAIR, P. K. R.; KUMAR, B. M.; NAIR, V. D. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Germany, v. 172, n. 1, p. 10-23, Feb. 2009.

NOGUEIRA, O. L.; CARVALHO, C. J. R.; MULLER, C. H.; GALVÃO, E. U. P.; SILVA, H. M.; RODRIGUES, J. E. L. F.; OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; ROCHA NETO, O. G.; NASCIMENTO, W. M. O.; CALZAVARA, B. B. G. **A cultura do açaí**. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1995. 49 p. (Coleção plantar, 26; Série vermelha. Fruteiras).

OLIVEIRA, T. K. de; SÁ, C. P. de ; OLIVEIRA, T. C.; LUZ, S. A. **Caracterização de dois modelos de consórcios agroflorestais, índices técnicos e indicadores de viabilidade financeira**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2010. 44 p. (Embrapa Acre. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 45).

SANTOS, M. J. C. **Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental**. 2000. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

SMITH, P.; OLESEN, J. E. Synergies between the mitigation of, and adaptation to, climate change in agriculture. **Journal of Agricultural Science**, United Kingdom, v. 148, p. 543-552, 2010.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. **O solo como sistema**. Curitiba, 2011. 104 p.



Acre

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

