



# FERTILIDADE DO SOLO COMO SERVIÇO AMBIENTAL DE CONSÓRCIOS AGROFLORESTAIS EM RELAÇÃO A MONOCULTURA DE SERINGUEIRA NO ACRE

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 13ª edição, de 26/08/2024 a 30/08/2024  
ISBN dos Anais: 978-65-5465-112-7

**OLIVEIRA; Tádario Kamel de Oliveira<sup>1</sup>, SILVA; Sandra Bezerra da<sup>2</sup>, MARINHO; José Tadeu de Souza Marinho<sup>3</sup>, BARDALES; Nilson Gomes Bardales<sup>4</sup>, COSTA; Charles Rodrigues da Costa<sup>5</sup>**

## RESUMO

### FERTILIDADE DO SOLO COMO SERVIÇO AMBIENTAL DE CONSÓRCIOS AGROFLORESTAIS EM RELAÇÃO A MONOCULTURA DE SERINGUEIRA NO ACRE

**Tádario Kamel de Oliveira** (Pesquisador. Embrapa Acre) - [tadario.oliveira@embrapa.br](mailto:tadario.oliveira@embrapa.br)

**Sandra Bezerra da Silva** (Pós-Doutorado Campus Floresta UFAC)-[sandrinha.czs@hotmail.com](mailto:sandrinha.czs@hotmail.com)

**José Tadeu de Souza Marinho** (Pesquisador. Embrapa Acre) - [tadeu.marinho@embrapa.br](mailto:tadeu.marinho@embrapa.br)

**Nilson Gomes Bardales** (Bolsista. Projeto BID Embapa) - [nilsonbardales@gmail.com](mailto:nilsonbardales@gmail.com)

**Charles Rodrigues da Costa** (Analista. Embrapa Acre) - [charles.costa@embrapa.br](mailto:charles.costa@embrapa.br)

## RESUMO

Objetivou-se avaliar os atributos químicos do solo em sistemas agroflorestais (SAFs) e monocultura de seringueira no Acre. A área experimental situa-se no município de Epiaciolândia – AC. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2, com cinco repetições. Coletou-se amostras de solo em quatro consórcios agroflorestais e na monocultura de seringueira (cinco sistemas), nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Os atributos do solo foram influenciados pelos sistemas e profundidades. Aos oito anos após a implantação dos SAFs e da monocultura, cálcio, magnésio e soma de bases apresentaram maiores teores nos SAFs 2 e 4. Com a implantação dos consórcios os teores de fósforo aumentaram. Em média os teores de alumínio no solo diminuíram para um terço do valor inicial. Os índices de saturação por alumínio (m) mais baixos foram encontrados no SAF 2 e também os maiores valores de potássio. Os SAFs com seringueira promovem aos oito anos, melhoria dos indicadores químicos de qualidade do solo quando comparados com a monocultura.

**Palavras-chave:** Amazônia, ciclagem, nutrientes, manejo, qualidade do solo.

## INTRODUÇÃO

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são sistemas de uso e ocupação do solo, em que o componente arbóreo e cultivos perenes são associados e manejados com culturas herbáceas, agrícolas, forrageiras ou integradas com animais na mesma área de manejo, de acordo com um arranjo espacial e temporal (ABDO, VALERI, MARTINS,

<sup>1</sup> Embrapa Acre, [tadario.oliveira@embrapa.br](mailto:tadario.oliveira@embrapa.br)

<sup>2</sup> Campus Floresta UFAC, [sandrinha.czs@hotmail.com](mailto:sandrinha.czs@hotmail.com)

<sup>3</sup> Embrapa Acre, [tadeu.marinho@embrapa.br](mailto:tadeu.marinho@embrapa.br)

<sup>4</sup> Projeto BID Embrapa, [nilsonbardales@gmail.com](mailto:nilsonbardales@gmail.com)

<sup>5</sup> Embrapa Acre, [charles.costa@embrapa.br](mailto:charles.costa@embrapa.br)

2008). Dentre os benefícios técnicos, econômicos e ambientais advindos dos SAFs, um deles é a melhoria ou manutenção da fertilidade do solo e por consequência disso, o aumento ou estabilização da produtividade dos cultivos.

*“Os serviços ecossistêmicos dos agroecossistemas, advindos da produção de alimentos, fibras e combustíveis, são classificados como serviços de provisão pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (Millennium Ecosystem Assessment, 2003), porém, dependem de vários fatores como, insumos para produção, incluindo polinização, controle de pragas, diversidade genética para uso agropecuário futuro, retenção de água no solo, regulação da fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes”* (SWINTON et al., 2007; ZHANG et al., 2007; POWER, 2010; CONG et al., 2016; citados por Prado et al., 2022). A exportação de nutrientes e a imobilização destes na biomassa do SAF altera a fertilidade do solo, havendo necessidade de enriquecimento do arranjo e adubação orgânica ou mineral suplementar para manutenção da produtividade desses sistemas ao longo do tempo (BUTZKE et al., 2020). Desta forma, é preciso avaliar os impactos desses sistemas na manutenção dos serviços ecossistêmicos relacionados ao solo (PRADO et al., 2022). Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as mudanças nos atributos químicos do solo em sistemas agroflorestais e monocultura de seringueira no Acre.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental situa-se no município de Epitaciolândia – AC, na colocação São Luís, Seringal Porvir, em área de produtor. O solo da área de estudo é um Argissolo vermelho concrecionário (OLIVEIRA et al., 2017). Realizou-se coleta e análise de solo antes da implantação dos sistemas, em 2012. Os dados estão descritos na Tabela 1. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2, com cinco repetições, sendo o primeiro fator correspondente aos sistemas (monocultura e SAFs): Monocultura de seringueira (6 m x 3 m), SAF 1: Seringueira em linhas simples (8 m x 3 m), Açaizeiro (4 m x 4 m) e Bananeira (4 m x 4 m), SAF 2: Seringueira em linhas duplas (12 m): (4 m x 3 m), Açaizeiro (4 m x 4 m), Bananeira (4 m x 4 m), SAF 3: Seringueira em linhas duplas (20 m): (4 m x 3 m), Açaizeiro (4 m x 4 m), Castanheira (16 m X 24 m) e Bananeira (4 m x 4 m) e SAF 4: Seringueira em linhas simples (12 m x 3 m), Açaizeiro (4 m x 4 m) e Bananeira (4 m x 4 m). Em todos os sistemas houve cultivo de milho e feijão nos anos iniciais. A bananeira foi plantada no 2º. Ano nos SAFs 3 e 4 e somente no 4º. Ano nos SAFs 2 e 3. Fez-se calagem antes do plantio e adubação de base nas culturas perenes. O segundo fator foram as camadas do solo: 0 - 20 cm e 20 - 40 cm. Coletou-se amostras compostas nas duas profundidades, nos diferentes SAFs e na monocultura de seringueira. Os atributos químicos avaliados pela análise foram: pH em água, fósforo (P), potássio (K<sup>+</sup>), cálcio (Ca<sup>2+</sup>), magnésio (Mg<sup>2+</sup>), alumínio (Al<sup>3+</sup>), H<sup>+</sup>Al<sup>3+</sup>, e calculados soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%), realizados pelo método de Embrapa (1997). Os dados coletados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), pelo teste F e quando houve diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (1949) (P<0,05).

Tabela 1 - Análise inicial dos atributos químicos do solo.

Prof.

pH

P

K<sup>+</sup>

Ca<sup>2+</sup>

Mg<sup>2+</sup>

Al<sup>3+</sup>

H<sup>+</sup>Al<sup>3+</sup>

SB

CTC

V

<sup>1</sup> Embrapa Acre, tadario.oliveira@embrapa.br

<sup>2</sup> Campus Floresta UFAC, sandrinha.czs@hotmail.com

<sup>3</sup> Embrapa Acre, tadeu.marinho@embrapa.br

<sup>4</sup> Projeto BID Embrapa, nilsonbardales@gmail.com

<sup>5</sup> Embrapa Acre, charles.costa@embrapa.br

m
-
--mg dm <sup>-3</sup> --
-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----
----%----
0-20
5,77
0,12
0,11
1,82
0,49
0,12
1,76
2,45
4,21
57,51
5,20
20-40
5,91
0,09
0,08
0,94
0,65
0,09
1,12
1,68
2,79
60,11
5,83

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos do solo foram influenciados pelos sistemas e profundidades. A interação não foi significativa entre os sistemas e as profundidades para as variáveis pH, P, K, Al<sup>3+</sup>, H+Al<sup>3+</sup> e saturação por alumínio (m) (Tabela 2).

Tabela 2 – pH, fósforo (P), potássio (K), alumínio (Al<sup>3+</sup>), acidez potencial (Al<sup>3+</sup>+H) e saturação por alumínio (m) em SAFs e monocultura de seringueira, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Epitaciolândia, AC, 2022

### SISTEMA

pH

P

<sup>1</sup> Embrapa Acre, tadario.oliveira@embrapa.br  
<sup>2</sup> Campus Floresta UFAC, sandrinha.czs@hotmail.com  
<sup>3</sup> Embrapa Acre, tadeu.marinho@embrapa.br  
<sup>4</sup> Projeto BID Embrapa, nilsonbardales@gmail.com  
<sup>5</sup> Embrapa Acre, charles.costa@embrapa.br

K

Al<sup>3+</sup>

H+Al<sup>3+</sup>

m

-

(mg dm<sup>-3</sup>)

cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>

(%)

Monocultura

6,16 ab

4,08 b

34,33 b

0,047 a

2,26 b

2,79 a

SAF 1

6,11 ab

3,85 b

38,28 b

0,029 a

2,33 ab

1,51 ab

SAF 2

6,25 a

3,92 b

53,34 a

0,028 a

2,30 ab

1,21 b

SAF 3

5,95 b

4,60 a

30,70 b

0,052 a

2,41 a

2,78 ab

SAF 4

6,19 ab

4,97 a

<sup>1</sup> Embrapa Acre, tadario.oliveira@embrapa.br

<sup>2</sup> Campus Floresta UFAC, sandrinha.czs@hotmail.com

<sup>3</sup> Embrapa Acre, tadeu.marinho@embrapa.br

<sup>4</sup> Projeto BID Embrapa, nilsonbardales@gmail.com

<sup>5</sup> Embrapa Acre, charles.costa@embrapa.br

28,10 b  
 0,037 a  
 2,26 b  
 2,20 ab  
 0-20  
 6,16 a  
 4,93 a  
 44,06 a  
 0,036 a  
 2,28 b  
 1,53 b  
 20-40  
 6,09 a  
 3,64 b  
 29,84 b  
 0,041 a  
 2,35 a  
 2,66 a  
 CV (%)  
 3,29  
 9,30  
 29,45  
 18,96  
 5,05  
 20,89

Na comparação entre sistemas e, de forma independente, entre as camadas de solo, médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si ( $p>0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Os valores de pH variaram de 5,95 a 6,25 para o SAF 3 e SAF 2, respectivamente e não diferiram entre as profundidades (Tabela 2). De acordo com Motta (2007), a faixa de pH ideal para a cultura da seringueira é entre 4,5 a 5,5, inferior ao observado na área de estudo. Com a implantação dos sistemas e da monocultura de seringueira os teores de fósforo aumentaram consideravelmente, sendo que os maiores valores foram observados para os SAF 3 e SAF 4 e na camada superficial (Tabela 2). Os maiores valores de potássio foram observados na camada de 0-20 cm (Tabela 2). Os maiores valores desta variável foram observados para o SAF 2 que diferiu estatisticamente dos demais e da monocultura. Resultado que pode ser atribuído a menor quantidade de plantas de açaí a ausência da bananeira (implantada somente no quarto ano desse sistema). Tais culturas são exigentes na extração de  $K^+$ , porém os açaizeiros ainda em crescimento não apresentaram início da produção até 8 anos. Em média os teores de alumínio no solo diminuíram para um terço do valor inicial aos oito anos após a implantação dos SAFs e da monocultura de seringueira e não diferiu entre as profundidades (Tabela 2). Os índices de saturação por alumínio (m) foram mais baixos que antes da implantação dos sistemas e na monocultura de seringueira, os quais de acordo com Costa et al. (2019), estão abaixo do nível tolerável (<15%) e são adequados para o desenvolvimento das culturas. A acidez potencial não diferiu entre os SAFs e a monocultura de seringueira com valores variando entre 2,26 e 2,41  $cmol_c\ dm^{-3}$ , sendo considerado um solo com baixa acidez potencial na área (VENEGAS et al., 1999). A interação entre os sistemas e as profundidades foi

<sup>1</sup> Embrapa Acre, tadario.oliveira@embrapa.br  
<sup>2</sup> Campus Floresta UFAC, sandrinha.czs@hotmail.com  
<sup>3</sup> Embrapa Acre, tadeu.marinho@embrapa.br  
<sup>4</sup> Projeto BID Embrapa, nilsonbardales@gmail.com  
<sup>5</sup> Embrapa Acre, charles.costa@embrapa.br

significativa para as variáveis Ca, Mg, CTC, SB e V (Tabela 3 e 4).

Tabela 3 - Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) em sistemas agroflorestais e monocultura de seringueira, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Epitaciolândia, AC, 2022

SISTEMA

$\text{Ca}^{2+}$

$\text{Mg}^{2+}$

( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )

0-20

20-40

0-20

20-40

Monocultura

1,47 Ba

1,18 Aa

0,37 Ca

0,33 Aa

SAF 1

1,96 ABa

1,22 Ab

0,45 ABa

0,24 Ab

SAF 2

2,28 Aa

1,37 Ab

0,54 Aa

0,28 Ab

SAF 3

1,94 ABa

1,24 Ab

0,46 ABa

0,29 Ab

SAF 4

2,31 Aa

1,08 Ab

0,50 Aa

0,22 Ab

CV (%)

17,95

<sup>1</sup> Embrapa Acre, tadario.oliveira@embrapa.br

<sup>2</sup> Campus Floresta UFAC, sandrinha.czs@hotmail.com

<sup>3</sup> Embrapa Acre, tadeu.marinho@embrapa.br

<sup>4</sup> Projeto BID Embrapa, nilsonbardales@gmail.com

<sup>5</sup> Embrapa Acre, charles.costa@embrapa.br

Médias seguidas de mesmas letras maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey

Tabela 4 - Capacidade de troca catiônica (CTC), soma de bases (SB) e saturação por bases (V%) em sistemas agroflorestais e monocultura de seringueira, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Epitaciolândia, AC, 2022

SISTEMA

CTC

SB

V

( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )

(%)

0-20

20-40

0-20

20-40

0-20

20-40

Monocultura

4,24 Ba

3,81 Ab

1,96 Ba

1,57 Aa

45,73 Ba

<sup>1</sup> Embrapa Acre, tadario.oliveira@embrapa.br

<sup>2</sup> Campus Floresta UFAC, sandrinha.czs@hotmail.com

<sup>3</sup> Embrapa Acre, tadeu.marinho@embrapa.br

<sup>4</sup> Projeto BID Embrapa, nilsonbardales@gmail.com

<sup>5</sup> Embrapa Acre, charles.costa@embrapa.br

40,91 Aa  
SAF 1  
4,83 Aa  
3,90 Ab  
2,53 ABa  
1,54 Ab  
52,14 ABa  
39,62 Ab  
SAF 2  
5,24 Aa  
4,12 Ab  
2,98 Aa  
1,77 Ab  
56,96 Aa  
42,83 Ab  
SAF 3  
4,85 Aa  
4,04 Ab  
2,49 ABa  
1,59 Ab  
50,92 ABa  
39,24 Ab  
SAF 4  
5,09 Aa  
3,67 Ab  
2,89 Aa  
1,36 Ab  
56,61 Aa  
36,87 Ab  
CV (%)  
7,32  
15,43  
8,77

<sup>1</sup> Embrapa Acre, tadario.oliveira@embrapa.br  
<sup>2</sup> Campus Floresta UFAC, sandrinha.czs@hotmail.com  
<sup>3</sup> Embrapa Acre, tadeu.marinho@embrapa.br  
<sup>4</sup> Projeto BID Embrapa, nilsonbardales@gmail.com  
<sup>5</sup> Embrapa Acre, charles.costa@embrapa.br



Médias seguidas de mesmas letras maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem ( $p>0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

O cálcio e magnésio apresentaram teores superiores na camada superficial do solo e os SAFs 2 e 4, diferiram estatisticamente da monocultura de seringueira (Tabela 3). Em relação a CTC, os sistemas agroflorestais não diferiram entre si e foram superiores a monocultura de seringueira na camada superficial (Tabela 4). A profundidade 20-40 cm apresentou menores valores de CTC em todos os sistemas.

A soma de bases (SB) nos solos apresentou comportamento semelhante ao Ca e Mg (Tabela 4), onde os SAFs 2 e 4, foram superiores a monocultura de seringueira. Para os sistemas agroflorestais a saturação por bases (V) apresentou valores médios acima de 50% na camada de 0-20 cm e diferiu estatisticamente da camada de 20-40 cm (Tabela 4). Costa et al. (2019), ressaltam que níveis de V entre 50 e 70% são considerados os mais adequados em termos de fertilidade do solo.

Vale ressaltar, que mesmo aos oito anos de idade dos sistemas, a calagem e adubação de base exclusiva dos anos iniciais dos cultivos podem ter contribuído com a melhoria da fertilidade. Porém destaca-se nos SAFs o efeito da ciclagem de nutrientes, tanto da seringueira quanto das bananeiras, culturas anuais e leguminosas nas entrelinhas dos consórcios.

## CONCLUSÃO

De forma geral, aos oito anos, sistemas agroflorestais com seringueira promovem melhoria dos indicadores químicos de qualidade do solo quando comparados com a monocultura e são indicados para prestação desse serviço do agroecossistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 2, p. 50-59, 2008.
- BUTZKE, A. G.; OLIVEIRA, T. K.; PAULA, A. E. B.; SILVA FIUZA, S. Fertilidade e carbono orgânico do solo em sistemas agroflorestais de duas décadas compostos de castanheira, cupuaçuzeiro e pupunheira na Amazônia Ocidental. **Científica**, v. 48, n. 2, p. 160-169, 2020.
- COSTA, H. S.; SANTOS, T. S.; CÂNDIDO, J. S.; JESUS, L. M.; SOUZA, T. A. A.; MARTINS, J. C. Indicadores químicos de qualidade de solos em diferentes coberturas vegetais e sistemas de manejo. **Revista Fitos**, v. 1, p. 42-48, 2019.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 212p, 1997.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: a framework for**

<sup>1</sup> Embrapa Acre, tadario.oliveira@embrapa.br

<sup>2</sup> Campus Floresta UFAC, sandrinha.czs@hotmail.com

<sup>3</sup> Embrapa Acre, tadeu.marinho@embrapa.br

<sup>4</sup> Projeto BID Embrapa, nilsonbardales@gmail.com

<sup>5</sup> Embrapa Acre, charles.costa@embrapa.br

assessment. Washington: Island Press, 2003. 212p.

MOTTA, P. E. F. Solos aptos para a cultura da seringueira em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 237, p. 44-48, 2007.

OLIVEIRA, T. K.; MARINHO, J. T. S.; SÁ, M. C.; COSTA, C. R.; SILVA, D. V.; BAYMA, M. M. A. **Desempenho Financeiro no Período de Estabelecimento de um Consórcio Agroflorestal com Açaizeiro, Bananeira, Castanheira e Seringueira (BR SAF AC 01)**. Embrapa, 2017. 12p. (Comunicado Técnico, 198).

PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; PARRON, L. M.; TURETTA, A. P. D.; BALIEIRO, F. D. C. Oportunidades e desafios relacionados aos serviços ecossistêmicos de solo e água na paisagem rural. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 39, n. 2, e26955, 2022.

VENEGAS, V. H. A.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Org.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** 1. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, v. 1, p. 25-32, 1999.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amazônia, ciclagem, nutrientes, manejo, qualidade do solo

<sup>1</sup> Embrapa Acre, tadario.oliveira@embrapa.br

<sup>2</sup> Campus Floresta UFAC, sandrinha.czs@hotmail.com

<sup>3</sup> Embrapa Acre, tadeu.marinho@embrapa.br

<sup>4</sup> Projeto BID Embrapa, nilsonbardales@gmail.com

<sup>5</sup> Embrapa Acre, charles.costa@embrapa.br