VIAS DE GÊNESE DE AGREGADOS EM CULTIVOS DE CACAU EM AGROFLORESTA E PLENO SOL

Maria Caroline Aguiar Amaral[1*]; João Carlos Medeiros[1]; Jaqueline Dalla Rosa[1]; Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia[2]; Paulo Henrique Marques Monroe[2]; Carlos Eduardo Moura Arcanjo Ferreira[2]

[1] Universidade Federal do Sul da Bahia, *Campus* Jorge Amado, Itabuna, BA. E-mail: mariacarolineagm@gmail.com
[2] Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Vitória da Conquista.
*Autor correspondente: eduarcanjo20@gmail.com

RESUMO

Objetivou-se avaliar as vias de gênese dos agregados do solo em cultivos de cacau e um fragmento de floresta nativa. Os cultivos de cacau estudados estão localizados no Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), em Ilhéus, BA. Abrangendo dois sistemas agroflorestais (SAFs) (cacaueiro com eritrina e cacaueiro com cajazeiro); três sistemas de cacaueiro a pleno sol consorciados com plantas de cobertura (amendoim forrageiro, braquiária e plantas espontâneas); um sistema de cacaueiro pleno sol sem plantas de cobertura; e um fragmento de floresta em regeneração. Foram realizadas coletas de solo na camada 0 – 0,10 m para avaliação do fracionamento seco para obtenção dos agregados na classe de tamanho > 6 mm e obtenção da porcentagem de contribuição relativa da via de formação de agregados nessa classe. Os agregados de origem radicular predominaram em todos os sistemas, com maiores proporções nos cultivos a pleno sol.

Palavras-chave: Agregados radiculares; plantas de cobertura; estrutura do solo; conservação do solo

1. INTRODUÇÃO

A conversão e o uso inadequado da terra têm contribuído para a degradação dos solos. Nesse contexto, a estrutura é um importante indicador de qualidade do solo, sendo os agregados suas principais unidades estruturais (SIX & JASTROW, 2002). Os agregados constituem unidades estruturais fundamentais do solo (LI WENQIN et al., 2024), cuja formação resulta da interação entre partículas minerais e matéria orgânica, mediada por processos físicos, químicos e biológicos do solo (YUDINA & KUZYAKOV, 2023).

Os agregados podem ser diferenciados de acordo com sua via de gênese, em agregados radiculares, resultado da interação entre o sistema radicular e os agregados do solo (SUAREZ et al., 2019); fisiogênicos, resultantes de processos físicos e químicos no solo; biogênicos, formados pela ação de agentes biológicos ou agregados intermediários, sem evidência de uma origem específica (PULLEMAN et al., 2005; VELASQUEZ et al., 2007). Portanto, a caracterização das vias de gênese dos agregados constitui uma ferramenta promissora para avaliar alterações decorrentes do uso e manejo do solo.

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é uma cultura de grande importância socioeconômica no mundo. Historicamente, seu cultivo tem sido associado a sistemas de produção mais complexos, especialmente, aos SAFs, onde o cacaueiro é cultivado sob o dossel de espécies arbóreas. Atualmente, é cultivado tanto em SAFs quanto em monocultivos a pleno sol.

Diante desse contexto, objetivou-se com este estudo avaliar a influência de diferentes sistemas de cultivo do cacaueiro sobre as vias de gênese dos agregados do solo, buscando identificar seu potencial como indicadores da qualidade estrutural do solo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em sistemas de cultivo de cacau e mata nativa, localizados no Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), unidade de pesquisa da CEPLAC (Departamento da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira), situado no município de Ilhéus, BA (1 14º 45’ 64” S 30º 14’ 32” W). O solo das áreas estudadas é classificado como Nitossolo Háplico Eutrófico Saprolítico (SANTOS et al., 2025).

Os sistemas de uso do solo estudados foram: 1) cacaueiro a pleno sol consorciado com braquiária (*Urochloa decumbens*); 2) cacaueiro a pleno sol consorciado com fabáceas, sendo *Crotalaria breviflora* em 2020, *Cajanus* cajan em 2021 e *Arachis pintoi* a partir de 2022; 3) cacaueiro a pleno sol consorciado com plantas espontâneas, incluindo espécies como *Commelina benghalensis, Bidens pilosa, Cyperus ferax, Euphorbia heterophylla, Rhynchospora nervosa, Panicum maximum e Sorghum arundinaceum*; 4) e cacaueiros a pleno sol sem plantas de cobertura; os sistemas a pleno sol foram implantados há seis anos, no espaçamento 1,5 × 4 m, com

o clone CEPEC 2002; 5) SAF com cajazeiro (*Spondias mombin*), implantado há 30 anos, os cajazeiros foram implantados no espaçamento 18 ×18 m e os cacaueiros híbridos no espaçamento de 3 × 3 m. Em 2018 foram introduzidas mudas de cacaueiro dos clones CCN51, PS1319, BN34 e CEPEC 2002, no espaçamento 4 × 2 m; 6) SAF com *Erythrina velutina* implantado há 40 anos, os cacaueiros híbridos foram implantados no espaçamento de 3 × 3 m, e a eritrina, no espaçamento de 20 × 20 m, há 11 anos sem qualquer tipo de manejo e 7) um fragmento de floresta atlântica nativa com aproximadamente 40 anos em regeneração, sem ação antrópica.

Em cada sistema foram estabelecidas quatro repetições fixas (30 × 30 m). Dentro de cada parcela foram realizadas duas coletas, uma na linha e outra na entrelinha do cultivo. Amostras indeformadas foram coletadas na camada 0-10 cm do solo, com auxílio de um gabarito (10 × 10 cm) e pá de corte para o fracionamento seco em classes de tamanho. Em campo, com auxílio de uma peneira, foi obtida a fração de agregados > 6 mm (PEREIRA et al., 2021), posteriormente seca em estufa a 60 ºC. Os agregados foram classificados quanto as vias de gênese pelo método visual (VELÁSQUEZ et al. (2007).

2.1. Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados quanto à normalidade (teste de Kolmogorov-Smirnov, $p < 0,05$) e à homogeneidade das variâncias (teste de Levene, $p < 0,05$). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas no ambiente R (R Core Team, 2025) e as figuras foram elaboradas no programa SigmaPlot® versão 12.0 (SYSTAT, 2010).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição das classes de agregados por via de gênese diferiu entre os sistemas avaliados (TABELA 1).

TABELA 1 - Distribuição dos agregados de acordo com a via de gênese em sistemas de cultivos de cacaueiros e floresta nativa.

Em que: PSF: cacaueiros a pleno sol com Fabaceae; PSSE: cacaueiros a pleno sol sem cobertura de plantas; PSB: cacaueiros a pleno sol com braquiária; PSESP: cacaueiros a pleno sol com vegetação espontânea; SAFE: sistema agroflorestal de cacaueiros com Eritrinas; SAFC: sistema agroflorestal de cacaueiros com cajazeiros; e FN: Floresta nativa.

Sistema/ Via de gênese dos agregados	Radiculares	Biogênicos	Intermediários	Fisiogênicos
PSF	98,95 a A	0,84 b B	0,00 a B	0,19 a B
PSSE	88,98 b A	8,48 a B	0,94 a C	1,58 a C
PSB	98,10 a A	1,89 b B	0,00 a B	0,00 a B
PSESP	96,48 a A	3,21 b B	0,16 a B	0,13 a B
SAFE	82,47 c A	16,11 a B	0,46 a C	0,94 a C
SAFC	80,55 c A	13,28 a B	2,57 a C	3,58 a C
FN	82,99 c A	11,48 a B	2,29 a C	3,22 a C

Letras maiúsculas semelhantes dentro das barras e letras minúsculas entre as barras, não diferiram entre si pelo teste Skott-Knott a 5% de significância

Os agregados radiculares predominaram em todos os sistemas, os quais representaram mais de 80% da massa total de agregados. Os maiores percentuais foram observados nos cultivos a pleno sol consorciados com Fabaceae, braquiária e vegetação espontânea. Por outro lado, os sistemas agroflorestais e a floresta nativa apresentaram maior participação relativa de agregados biogênicos. O SAF com eritrinas destacou-se por apresentar os maiores percentuais dessa classe, seguido pelo SAF com cajazeiros e pela floresta nativa. Os agregados fisiogênicos e intermediários apresentaram baixa representatividade em todos os sistemas. A agregação nesses sistemas foi, predominantemente, controlada pela ação das raízes e pela atividade da biota do solo.

A dinâmica de agregação do solo, incluindo a formação de macroagregados por processos biogênicos e fisiogênicos, é afetada pelo manejo do solo (PULLEMAN et al. 2005), o que foi observado neste estudo. A predominância das vias radiculares e biogênica de formação dos agregados nos cultivos de cacaueiros avaliados, semelhante ao observado na floresta nativa, indica maior contribuição dos processos biológicos para a estruturação do solo, característica frequentemente associada à maior estabilidade estrutural e à proteção da matéria orgânica, refletindo melhorias na qualidade física do solo

4. CONCLUSÃO

Os agregados de origem radicular predominaram em todos os sistemas, com maiores proporções nos cultivos a pleno sol.

Os sistemas agroflorestais apresentaram maior participação de agregados biogênicos, enquanto os cultivos a pleno sol apresentaram maior predominância de agregados radiculares.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LI, W., LIU, Y., DUAN, J., LIU, G., NIE, X., & LI, Z. Leguminous cover orchard improves soil quality, nutrient preservation capacity, and aggregate stoichiometric balance: A 22-year homogeneous experimental site. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 363, p. 108876, 2024.

PULLEMAN, M. M.; SIX, J.; UYL, A.; MARINISSEN, J. C. Y.; JONGMANS, A. G. Earthworms and management affect organic matter incorporation and microaggregate formation in agricultural soils. **Applied Soil Ecology**, v. 29, n. 1, p. 1-15, 2005.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; LIMA, H. N.; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro De Classificação de Solos. 6 ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 393p. 2025.

SIX, J.; FELLER, C.; DENEF, K.; OGLE, S.; DE MORAES SA, J. C.; ALBRECHT, A. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils-Effects of no-tillage. **Agronomie**, v. 22, n. 7-8, p. 755-775, 2002.

SUÁREZ, L. R.; AUDOR, L. C. U.; SALAZAR, J. C. S. Formation of macroaggregates and organic carbon in cocoa agroforestry systems. **Floresta e Ambiente**, v. 26, p. e20180312, 2019.

VELASQUEZ, E.; PELOSI, C.; BRUNET, D.; GRIMALDI, M.; MARTINS, M., RENDEIRO, A. C.; BARRIOS, E.; LAVELLE, P. This ped is my ped: visual separation and near infrared spectra allow determination of the origins of soil macroaggregates. **Pedobiologia**, v. 51, n. 1, p. 75-87, 2007.

YUDINA, A.; KUZYAKOV, Y. Dual nature of soil structure: The unity of aggregates and pores. **Geoderma**, v. 434, p. 116478, 2023.

6. AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).