ESTABILIDADE DE AGREGADOS DO SOLO EM CULTIVOS CACAUEIROS SOB DIFERENTES MANEJOS

Maria Caroline Aguiar Amaral[1*]; João Carlos Medeiros[1]; Jaqueline Dalla Rosa[1]; Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia[2]; Paulo Henrique Marques Monroe[2]; Eryca Porto de Oliveira Sales[2]

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

RESUMO

Objetivou-se avaliar a estabilidade 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); quatro sistemas de cacaueiro a pleno sol, três consorciados com plantas de cobertura (amendoim forrageiro, braquiária e plantas espontâneas) e um sistema sem plantas de cobertura; e floresta em regeneração. Foi coletado solo nas profundidades 0–10, 10–20, 20–30 e 30–40 cm, para o fracionamento úmido e obtenção dos macroagregados (2000–250 µm e microagregados (250–53 µm), e posteriormente o diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados. A estabilidade estrutural do solo foi condicionada pela profundidade e pelo manejo adotado. O cultivo de cacau a pleno sol consorciado com fabáceas apresentou os maiores valores de DMP.

Palavras-chave: Sistemas Agroflorestais de cacau, monocultivo de cacau, qualidade física do solo.

1. INTRODUÇÃO

A conversão e a adoção de práticas inadequadas de uso da terra têm contribuído para a degradação dos solos. Nesse contexto, a estrutura do solo é um importante indicador de qualidade do solo, no qual os agregados desempenham um papel fundamental (SIX & JASTROW, 2002). Os agregados constituem unidades estruturais fundamentais do solo (LI WENQIN et al., 2024), que resultam da interação entre partículas minerais e matéria orgânica, mediada por processos físicos, químicos e biológicos do solo (YUDINA & KUZYAKOV, 2023). Dessa forma, a estabilidade dos agregados é um atributo fundamental para garantir a funcionalidade e a capacidade de suporte de vida do solo (SANTOS et al., 2023).

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é uma das principais culturas tropicais e apresenta elevada importância econômica e social em diversos países produtores. Suas amêndoas constituem a principal matéria-prima para a produção do chocolate e seus derivados (KONGOR et al.,, 2024). No Brasil, seu cultivo é tradicionalmente realizado em SAFs, caracterizados pela combinação de espécies arbóreas com culturas agrícolas ou pastagens, promovendo a diversificação espacial e temporal dos ecossistemas (SALES et al., 2025).

Os SAFs com cacaueiros bem manejados são fundamentais para a conservação em nível agrícola e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos em escala paisagística (FIGUEIREDO et al., 2026). No entanto, a crescente demanda mundial por cacau tem levado à intensificação dos sistemas de produção, com o crescimento das áreas de cultivos de cacau a pleno sol.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar a estabilidade dos agregados do solo em cultivos de cacau em SAF e a pleno sol e um fragmento de floresta nativa.

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). A descrição dos sistemas de uso do solo estudados está apresenta na tabela 01.

Tabela 1 - Descrição dos sistemas de uso do solo sob cultivos com cacaueiros e mata nativa no sul da Bahia.

Sistema de uso do solo	Descrição do sistema
Cacau a pleno sol com braquiária - PSBRAQUIÁRIA	Cacaueiro (clone CEPEC 2002), implantado há 5 anos, espaçamento entre plantas e entrelinhas de 1,5 × 4 m, respectivamente, consorciado com *Urochloa decumbens*.
Cacau a pleno sol com Fabaceae - PSFABACEAE	Cacaueiro (clone CEPEC 2002), implantado há 5 anos, espaçamento entre plantas e entrelinhas de 1,5 × 4 m, consorciado sequencialmente com *Crotalaria breviflora* (2020), *Cajanus cajan* (2021) e *Arachis pintoi* (2022 - atual).
Cacau a pleno sol com plantas espontâneas –	Cacaueiro (clone CEPEC 2002), implantado há 5 anos, espaçamento entre plantas e entrelinhas de 1,5 × 4 m, consorciado com plantas

PSESPÔNTANEA	espontâneas: *Commelina benghalensis* L.; *Bidens pilosa* L.; *Cyperus ferax*; *Euphorbia heterophylla* L.; *Rhynchospora nervosa*; *Panicum maximum* L. e *Sorghum arundinaceum*.
Cacau a pleno sol sem cobertura de plantas - PSSEMCOBERTURA	Cacaueiro (clone CEPEC 2002), implantado há 5 anos, espaçamento entre plantas e entrelinhas de 1,5 × 4 m, com entrelinha mantida descoberta por dessecação química com glifosato (2,0 L ha^{-1}).
SAF cacau com cajá - SAFCAJAZEIRA	Sistema Agroflorestal de cacaueiro com *Spondias mombin,* implantado há 30 anos. O cajá foi implantado no espaçamento 18 ×18 m, os cacaueiros híbridos foram implantados 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.
SAF cacau com eritrina SAFERITRINA	Sistema Agroflorestal de cacaueiro com *Erythrina velutina* implantado há 40 anos. Os cacaueiros híbridos foram implantados no espaçamento de 3 × 3 m, e a eritrina, com aproximadamente 25 indivíduos arbóreos ha^{-1}, implantados no espaçamento de 20 × 20 m. Está há 11 anos sem qualquer tipo de manejo.
Fragmento de Floresta nativa em regeneração – FLORESTA NATIVA	Fragmento de mata atlântica nativa com aproximadamente 40 anos em regeneração, sem ação antrópica.

Em cada um dos sete sistemas de uso do solo foram determinadas quatro repetições fixas (30 × 30 m). Amostras indeformadas foram coletadas na camada 0-10 cm do solo, com auxílio de um gabarito (10 × 10 cm). O fracionamento úmido do solo em classes de agregados estáveis em água foi realizado com amostras coletadas nas profundidades de 0–10, 10–20, 20–30 e 30–40 cm. As amostras foram submetidas ao peneiramento úmido em peneira de 250 µm, para obtenção dos macroagregados (2000–250 µm), a fração remanescente foi submetida ao mesmo procedimento em peneira de 53 µm, para obtenção dos microagregados (250–53 µm). Todas as frações foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C por 96 horas e posteriormente pesadas.

O diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados foi utilizado como índice da estabilidade estrutural do solo, calculado pela equação: $DMP = \Sigma_{i=1}^{n} (xi \times pi)$. Em que: xi corresponde ao diâmetro médio da classe de agregados; pi corresponde à proporção de massa retida em cada classe.

2.1. Análise estatística

Os dados 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 foram

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 SigmaPlot® versão 12.0 (SYSTAT, 2010).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diâmetro médio ponderado dos agregados variou, com maiores valores na camada de 0–10 cm, indicando maior estabilidade estrutural na superfície (FIGURA 1). A redução do DMP nas camadas subsequentes sugere menor estabilização dos agregados com o aumento da profundidade.

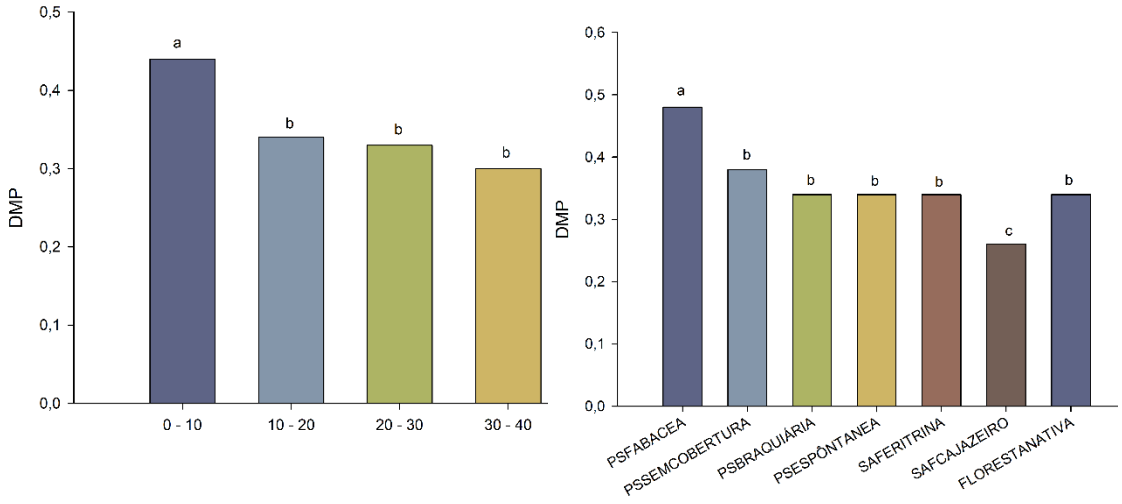


FIGURA 1 - DMP dos agregados do solo em cultivos de cacaueiro a pleno sol consorciados com plantas de cobertura, em Sistemas Agroflorestais e floresta nativa nas profundidades 0 10; 10 – 20; 20 – 30; 30 – 40 cm. Em que PSFABACEA: cacaueiros a pleno sol com Fabaceae; PSSEMCOBERTURA: cacaueiros a pleno sol sem cobertura de plantas; PSBRAQUIARIA: cacaueiros a pleno sol com braquiária; PSESPÔNTANEA: cacaueiros a pleno sol com vegetação espontânea; SAFERITRINA: SAF de cacaueiros com Eritrinas; SAFCAJAZEIRO: SAF de cacaueiros com cajazeiros; e FLORESTANATIVA: Floresta nativa. Barras seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste Skott-Knott ($p < 0,05$).

Entre os sistemas avaliados, o cultivo de cacau a pleno sol consorciado com fabáceas apresentou os maiores valores de DMP, indicando maior estabilidade dos agregados em comparação aos demais sistemas e evidenciando o papel dessas espécies na melhoria da estrutura do solo. Por outro lado, o SAF com cajazeiras apresentou os menores valores, sugerindo menor eficiência na manutenção da estabilidade dos agregados em comparação aos demais sistemas avaliados.

4. CONCLUSÃO

A estabilidade estrutural do solo foi condicionada pela profundidade e pelo manejo adotado. O cultivo de cacau a pleno sol consorciado com fabáceas apresentou os maiores valores de DMP.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FIGUEIREDO, M. G., ROCHA-SANTOS, L., MARIANO-NETO, E., SCHROTH, G., BENCHIMOL, M., MORANTE-FILHO, J. C., & FARIA, D. High-yield potential of carbon and biodiversity-rich cocoa agroforests in Bahia, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 100, n. 1, p. 9, 2026.

KONGOR, J. E., OWUSU, M., & ODURO-YEBOAH, C. (2024). Cocoa production in the 2020s: challenges and solutions. *CABI Agriculture and Bioscience*, 5(1), 102.

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.

SALES, E. P. O, BARRETO-GARCIA, P. A. B., MONROE, P. H. M., PEREIRA, M. G., DA SILVA MARTINS, K. B., DOS SANTOS, T. O., ... & NUNES, M. R. Do coffee agroforestry systems favor carbon and glomalin input in soil biogenic aggregates?. **Catena**, v. 249, p. 108685, 2025.

SANTOS, I.; DE FIGUEIREDO, T.; FONSECA, F.. Influência da matéria orgânica na estabilidade de agregados do solo em áreas de matos após fogo controlado, NE Portugal. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 46, n. especial, 2023.

SIX, J.; JASTROW, J. D. Organic matter turnover. **Encyclopedia of soil science**, v. 10, 2002.

YUDINA, Anna; KUZYAKOV, Yakov. 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).