



INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NA MORFOMETRIA DE *Cenostigma bracteosum* (Tul.) E. Gagnon & G. P. Lewis NO SEMIÁRIDO

Ricardo Cordeiro de Lima^{1*}, Tatiana Vitória Firmina de Almeida¹, Alex Nascimento de Sousa¹, Aída Xavier de Lima¹, Larissa Maria Lopes Santana¹, Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira¹

Universidade Federal Rural de Pernambuco¹

*ricardo.cordeiro@ufrpe.br

RESUMO

A regeneração natural em florestas tropicais secas, como a Caatinga, é fortemente dependente da rebrota, a qual é responsável por mais de 60% dos indivíduos regenerantes. Esse é um mecanismo importante para a recuperação da vegetação, especialmente em ambientes com precipitação variável e longos períodos de seca. Dessa forma, este estudo teve como objetivo, avaliar a influência da precipitação sobre variáveis morfométricas da espécie *Cenostigma bracteosum*, em uma área de manejo sustentável na Caatinga, no município de Floresta-PE. Foram utilizados dados coletados em 36 parcelas permanentes de diferentes anos, sendo analisado o número de perfilhos vivos e mortos, diâmetros das cepas e dos perfilhos, e precipitação acumulada. A Análise de Componentes Principais (PCA) indicou dois eixos principais que explicaram 65,45% da variância, revelando padrões associados à vitalidade e à estratégia de alocação de recursos pelas plantas. As análises de correlação de Spearman indicaram que a precipitação tem forte relação positiva com o diâmetro dos perfilhos, mas não com sua densidade, sugerindo que, em períodos mais úmidos, os perfilhos investem mais em crescimento diamétrico. Por outro lado, em períodos secos, a planta pode priorizar a emissão de um maior número de perfilhos. Além disso, a mortalidade de perfilhos se relaciona positivamente com o diâmetro das cepas, refletindo, possivelmente, uma competição intraespecífica dos perfilhos.

Palavras-chave: Regeneração por rebrota, Caatinga, Precipitação

INTRODUÇÃO

Os mecanismos de regeneração em florestas tropicais secas do Brasil, particularmente na Caatinga, dependem de múltiplas estratégias. Embora a chuva de sementes e os bancos de sementes no solo contribuam, a rebrota é o mecanismo dominante, representando mais de 60% dos indivíduos em regeneração (NOUTCHEU *et al.*, 2024). Ainda assim, a recuperação da estrutura da vegetação e da composição de espécies nessas florestas é lenta, exigindo mais de 35 anos para se aproximar das características de uma floresta madura (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

A rebrota pode ser definida como a capacidade de gerar novos brotos a partir de brotos dormentes após distúrbio, geralmente emergindo de meristemas vegetais existentes após perturbações (PAUSAS; KEELEY, 2014). A capacidade de rebrota das espécies arbóreas em florestas secas é elevada, mesmo após perturbações que removem parte da biomassa aérea (FERREIRA; RODRIGUES; VIEIRA, 2017). Dessa forma, a rebrota é fundamental para a perpetuação da vegetação em áreas onde as condições de sobrevivência são desafiadoras, pois oferece uma forma rápida de recuperação sem a necessidade de depender de novos processos de germinação (MACIEL *et al.*, 2024).

Como a precipitação é altamente variável e os períodos de seca frequentes são as principais características em florestas tropicais secas (VIEIRA *et al.*, 2006), este estudo teve como objetivo investigar as relações entre variáveis morfométricas e a precipitação na população de *Cenostigma bracteosum* (Tul.) E. Gagnon & G. P. Lewis (catingueira), no qual buscou-se identificar os padrões estruturais associados a precipitação.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi conduzido no município de Floresta, Pernambuco, em uma área de aproximadamente 59,22

ha localizada na fazenda Itapemirim ($8^{\circ}30'37''$ S e $37^{\circ}59'07''$ W), que possui cerca de 6.000 ha de vegetação típica da Caatinga. A área foi submetida ao corte raso das espécies arbustivo-arbóreas em 2013, como parte de um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS). Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo BS'h — semiárido quente —, com precipitação anual variando entre 200 e 800 mm e temperatura média anual do ar de 26 °C (ALVARES *et al.*, 2013).

Coleta de dados

Foram utilizados dados de 36 parcelas permanentes, referente aos anos de 2018, 2020, 2022 e 2024. Cada parcela tem dimensão de 20 m x 20 m, perfazendo uma área amostral total de 14.400 m². Essas parcelas foram alocadas sistematicamente em quatro linhas de nove parcelas, distantes 20 metros entre linhas e parcelas. Os dados climáticos (precipitação pluviométrica) foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Análise de dados

Os dados foram processados com o auxílio do programa RStudio (R Core Team, 2024). Os testes não-paramétricos (Kruskal-Wallis) foram utilizados ao nível de significância de p-valor < 0,05. Foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP), para visualizar a distribuição da variação dos dados entre as variáveis analisadas (Precipitação - Prec, Diâmetro à Altura da Base dos Perfilhos- DAB_P, Diâmetro à Altura da Base das Cepas - DAB_C, Perfilhos Vivos – NP e Perfilhos Mortos – NP_Mortos). Para verificar a influência da precipitação pluviométrica sobre a população de catingueira, utilizou-se os cálculos do coeficiente de correlação de Spearman.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Análise de Componentes Principais (PCA) apontou padrões de variação que permitiu compreender a relação entre as variáveis analisadas. Os dois primeiros componentes principais (Dim.1 e Dim.2) explicaram, juntos, 65,45% da variância total dos dados, sendo o primeiro componente (Dim.1) responsável por 39,16% da variância, enquanto o segundo (Dim.2) contribuiu com 26,29% (Figura 1). Esses dois componentes foram considerados os mais relevantes para interpretação, indicando que capturaram uma proporção significativa da variabilidade dos dados.

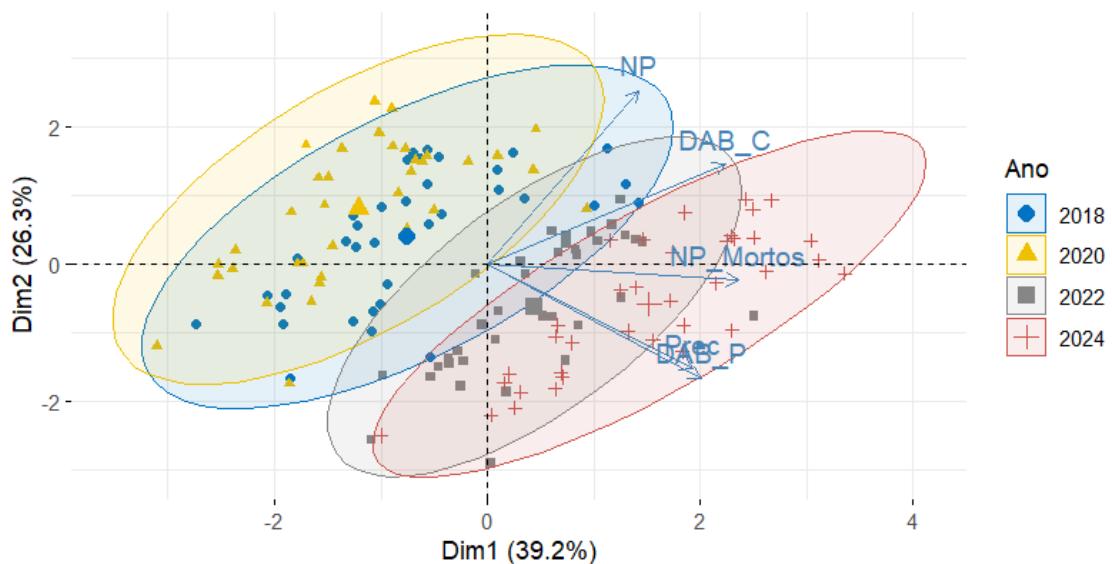


Figura 1. Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis morfométricas e precipitação em *Cenostigma bracteosum*.

No primeiro componente principal (Dim.1), as variáveis que mais contribuíram foram o número de perfilhos mortos (NP_Mortos), com 27,37% da variância explicada, seguido pelo diâmetro das cepas (DAB_C), com 24,57%, e pelo diâmetro dos perfilhos (DAB_P), com 19,82%. Esse componente parece estar associado principalmente à vitalidade das cepas, uma vez que todas essas variáveis apresentaram correlações positivas com Dim.1. Isso sugere que cepas com maiores diâmetros tendem a ter maior número de perfilhos mortos, possivelmente refletindo uma associação entre crescimento e mortalidade de perfilhos devido a competitividade.

O segundo componente principal (Dim.2), por sua vez, mostrou um contraste entre o número de perfis vivos (NP) e o diâmetro dos perfis (DAB_P). Enquanto o NP teve uma contribuição elevada (46,89%) e uma correlação positiva forte com Dim.2, o DAB_P apresentou uma correlação negativa, contribuindo com 20,27% da variância. Esse padrão indica que plantas com maior número de perfis tendem a ter perfis de menor diâmetro. Além disso, a precipitação (Prec) também apresentou uma correlação negativa com Dim.2, indicando que condições mais úmidas podem estar associadas a um menor número de perfis ou a perfis mais finos.

O número de perfis (NP) mostrou uma forte associação positiva com Dim.2, enquanto o diâmetro das cepas (DAB_C) e o número de perfis mortos (NP_Mortos) tiveram maior influência em Dim.1. A precipitação, por sua vez, apresentou uma relação moderada com ambos os componentes, sugerindo que fatores climáticos podem influenciar, ainda que indiretamente, a dinâmica de crescimento e mortalidade dos perfis, promovendo a alocação de recursos para a produção de novos perfis e o crescimento em espessura.

A análise de correlação de Spearman (Figura 2) apontou que o número de perfis (NP) apresenta uma correlação positiva moderada e significativa com o diâmetro das cepas (DAB_C) ($\rho = 0,454$; $p < 0,001$), indicando que plantas com cepas mais grossas tendem a produzir maior quantidade de perfis. Desse modo, quanto maior a planta, mais vigorosa é a rebrota após a perda de biomassa, sugerindo que uma planta maior também acumulou mais recursos subterrâneos (VANDERLEI *et al.*, 2021).

Por outro lado, não foi encontrada relação significativa entre o número de perfis e seu diâmetro (DAB_P) ($\rho = -0,100$; $p = 0,235$), sugerindo que estas duas características variam de forma independente.

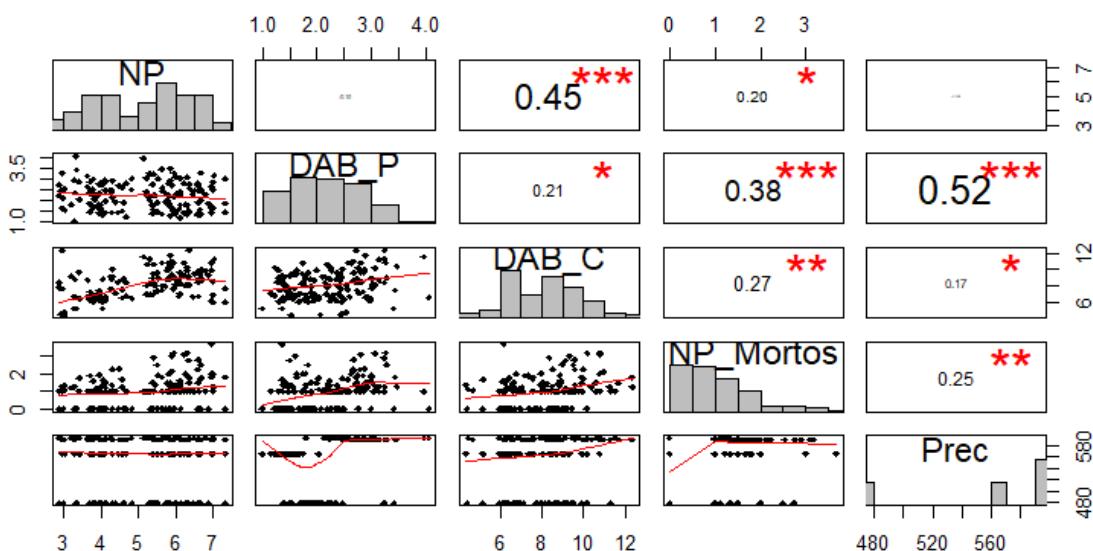


Figura 2. Matriz de correlação de Spearman entre variáveis morfométricas e precipitação em *Cenostigma bracteosum*. Asteriscos indicam significância estatística (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$).

Quanto à mortalidade de perfis (NP_Mortos), observou-se que ela se relaciona positivamente com o número de perfis ($\rho = 0,204$; $p = 0,014$) e com o diâmetro das cepas ($\rho = 0,270$; $p = 0,001$). Esses resultados podem indicar que plantas mais vigorosas, embora produzam mais perfis, também apresentam maior taxa de mortalidade, possivelmente devido a processos naturais de auto-desbaste. A correlação mais forte foi encontrada entre a mortalidade de perfis e seu diâmetro ($\rho = 0,378$; $p < 0,001$), sugerindo que perfis mais grossos podem estar associados a maior competição e, consequentemente, maior mortalidade.

Nesse contexto, o diâmetro do rebroto, pode ser considerado como um importante impulsor dos atributos de desempenho dos brotos (NOUTCHEU *et al.*, 2023). Contudo, Matula *et al.* (2019) destacam que a competição pode limitar significativamente a capacidade das plantas de se regenerarem após uma perturbação. Pois em condições de intensa competição, a sobrevivência das mudas pode ser comprometida, dificultando o processo de regeneração, pois plantas competidoras podem esgotar os recursos essenciais, suprimindo o desenvolvimento de mudas e brotos (BHADAURIA *et al.*, 2016).

A precipitação (Prec) apresentou uma forte correlação com o diâmetro dos perfis ($\rho = 0,523$; $p < 0,001$), indicando que maior disponibilidade hídrica favorece o crescimento em espessura dos perfis. A precipitação também se correlacionou de forma significativa com o diâmetro das cepas ($\rho = 0,167$; $p = 0,046$) e com a mortalidade de perfis ($\rho = 0,248$; $p = 0,003$), sugerindo que condições mais úmidas podem influenciar

tanto o crescimento quanto a dinâmica de mortalidade das plantas.

É interessante notar que a precipitação não mostrou relação significativa com o número de perfis (ρ = -0,056; p = 0,508), indicando que este fator ambiental não afeta diretamente a quantidade de perfis produzidos, mas sim suas características estruturais e dinâmica de sobrevivência.

CONCLUSÕES

As correlações observadas sugerem que as características de crescimento estão associadas à precipitação. Essa, por sua vez, pode influenciar o crescimento em diâmetro dos perfis, mas não necessariamente sua densidade. Além disso, em períodos mais secos, é possível que a planta priorize a emissão de um maior número de perfis, enquanto em épocas mais úmidas, esses perfis tendem a investir mais no crescimento diamétrico.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAVOREK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BHADOURIA, R.; SINGH, R.; SRIVASTAVA, P.; RAGHUBANSHI, A. S. Comprendendo a ecologia do crescimento de mudas de árvores em ambiente tropical seco: uma perspectiva de gestão. *Energies, Ecology and Environment*, v. 1, p. 296-309, 2016. DOI: 10.1007/s40974-016-0038-3.
- FERREIRA, M. C.; RODRIGUES, S. B.; VIEIRA, D. L. M. Regeneration through resprouting after clear-cutting and topsoil stripping in a tropical dry forest in Central Brazil. *Revista Árvore*, v. 41, n. 2, 2017. DOI: 10.1590/1806-90882017000200018.
- MACIEL, M. G. R.; RAMOS, M. B.; SOUZA, S. M.; CUNHA, S. S.; LOPES, S. F.; SOUZA, J. J. L. Water and nutrients mediate tree communities in the driest region of Caatinga. *Catena*, v. 242, p. 1-12, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2024.108107>.
- MATULA, R.; ŠRÁMEK, M.; KVASNICA, J.; UHERKOVÁ, B.; SLEPIČKA, J.; MATOUŠKOVÁ, M.; KUTCHARTT, E.; SVÁTEK, M. Pre-disturbance tree size, sprouting vigour and competition drive the survival and growth of resprouting trees. *Forest Ecology and Management*, v. 446, p. 71-79, 2019. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.05.012.
- NOUTCHEU, R.; OLIVEIRA, F. M. P.; WIRTH, R.; TABARELLI, M.; LEAL, I. R. Chronic human disturbance and environmental forces drive the regeneration mechanisms of a Caatinga dry tropical forest. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 22, n. 1, p. 79-92, 2024. DOI: 10.1016/j.pecon.2024.01.002.
- NOUTCHEU, R.; OLIVEIRA, F. M. P.; WIRTH, R.; TABARELLI, M.; LEAL, I. R. Coppicing as a driver of plant resprouting and the regeneration of a Caatinga dry forest. *Forest Ecology and Management*, v. 529, 2023. DOI: 10.1016/j.foreco.2022.120736.
- OLIVEIRA, C. C. de; MARTINS, F. R.; SOUZA, B. C.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; LOIOLA, M. I. B.; SOARES, A. A. Resilience and successional trends of woody vegetation in seasonally dry tropical forests. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, v. 96, n. 5, p. 740-753, dez. 2023. DOI: 10.1093/forestry/cpad010.
- PAUSAS, J. G.; KEELEY, J. E. Evolutionary ecology of resprouting and seeding in fire-prone ecosystems. *New Phytologist*, v. 204, p. 55-65, 2014. DOI: 10.1111/nph.12921.
- R Core Team (2024). *_R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.
- VANDERLEI, R. S.; BARROS, M. F.; DOMINGOS-MELO, A.; ALVES, G. D.; SILVA, A. B.; TABARELLI, M. Extensive clonal propagation and resprouting drive the regeneration of a Brazilian dry forest. *Journal of Tropical Ecology*, v. 37, n. 1, p. 35-42, 2021. DOI: 10.1017/S0266467421000079.
- VIEIRA, D. L.; SCARIOT, A. O.; SAMPAIO, A. B.; HOLL, K. D. Tropical dry-forest regeneration from root suckers in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v. 22, p. 353-357, 2006.