





Aspectos ecológicos de *Geoffroea spinosa* Jacq.: uma espécie neotropical

Kyvia Pontes Teixeira das Chagas¹


 <https://orcid.org/0000-0003-1361-3204>

Ageu da Silva Monteiro Freire^{1*}

 <https://orcid.org/0000-0002-5364-0859>

* Contato principal


Fernanda Moura Fonseca Lucas¹

 <https://orcid.org/0000-0002-3181-2568>


Gean Carlos da Silva Santos¹

 <https://orcid.org/0000-0001-9284-1541>

Anna Luiza Araújo Medeiros¹

 <https://orcid.org/0000-0002-7725-4004>

José Augusto da Silva Santana¹

 <https://orcid.org/0000-0002-4150-8359>

Fábio de Almeida Vieira¹

 <https://orcid.org/0000-0003-3347-255X>

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN, Brasil. <kyviapontes@gmail.com, ageufreire@hotmail.com, Fernanda-fonseca@hotmail.com, g.carlosufrn@gmail.com, annaraujo@hotmail.com, augusto@ufrnet.br, vieirafa@gmail.com >.

Recebido em 16/08/2022 – Aceito em 04/06/2024

Como citar:

Chagas KPT, Freire ASM, Lucas FMF, Santos GCS, Medeiros ALA, Santana JAS, Vieira FA. Aspectos ecológicos de *Geoffroea spinosa* Jacq.: uma espécie neotropical. Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(2): 85-96. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i2.2311

Palavras-chave: Umari; ecologia; florestas secas; Fabaceae; sementes.

RESUMO – *Geoffroea spinosa* é uma espécie amplamente distribuída em florestas tropicais sazonalmente secas (FTSS), com elevado potencial alimentício e medicinal, mas há poucos estudos voltados para o manejo e conservação da espécie. Desse modo, o estudo teve como objetivo compreender aspectos ecológicos da espécie que determinam a dinâmica populacional e foi desenvolvido em uma população natural inserida num fragmento de FTSS. Foram realizadas a biometria das sementes e a análise da emergência de plântulas em cinco tratamentos de superação da dormência tegumentar, bem como testado o efeito alelopático em quatro concentrações de extrato das folhas da espécie. Além disso, foram amostrados indivíduos para o estudo alométrico e testes de hipóteses do padrão de distribuição espacial. Os frutos apresentam formato elíptico, com mais de 60% do peso dos frutos referente a polpa. A emergência das plântulas evidenciou que as sementes não apresentaram dormência e o teste de alelopátia indicou influência negativa das folhas na germinação das sementes. As amostras obtidas na alometria apresentaram boa precisão, permitindo a observação de relações morfométricas da árvore. Ao todo, foram identificados 157 indivíduos na população, com altura média de 4,20 m e DAP médio de 17,30 cm. O padrão espacial obtido indica níveis de agregação até o raio de 25 m, seguido



pelo padrão aleatório até a distância de 45 m e, a partir da classe de 90 m, o padrão é segregado. Os resultados sobre o comportamento ecológico da espécie possibilitam tomadas de decisão da coleta de sementes no gradiente espacial, colaborando para o manejo e a conservação.

Ecological aspects of *Geoffroea spinosa* Jacq.: a neotropical species

Keywords: Umari; ecology; dry forests; Fabaceae; seeds.

ABSTRACT – *Geoffroea spinosa* is a species widely distributed in seasonally dry tropical forests (SDTF), with high food and medicinal potential, but few studies focused on conservation. Thus, the study aimed to present an overview of the species through ecological characterizations. The research was carried out using a natural population, inserted in a fragment of SDTF. Seeds biometry and seedling emergence analysis were performed with five different levels of tegument dormancy overcoming, as well as testing the allelopathic effect in four different concentrations of extract. In addition, individuals were sampled to perform allometry and establish the spatial distribution pattern. The fruits are elliptically shaped, with more than 60% of the fruit weight referring to pulp. Seedling emergence showed that the seeds did not show dormancy and the allelopathy test indicated a negative influence of the leaves on seed germination. The samples collected for allometry showed good precision, allowing the observation of morphometric relationships of the tree. In all, 157 individuals were identified in the population, with average height of 4.20 m and average DBH of 17.30 cm. The spatial pattern obtained indicates levels of aggregation up to a radius of 25 m, followed by a random pattern up to 45 m, and from 90 m the pattern is segregated. The studies involving the ecological characters provide a better basis for decision making, both on the use of species and from a conservationist point of view.

Aspectos ecológicos de *Geoffroea spinosa* Jacq.: una especie neotropical

Palabras clave: Umari; ecología; bosque seco; Fabaceae; semillas.

RESUMEN – *Geoffroea spinosa* es una especie ampliamente distribuida en los bosques tropicales estacionalmente secos (SSTF), con un alto potencial alimenticio y medicinal, pero hay pocos estudios centrados en la gestión y conservación de la especie. Así, el estudio pretendía conocer aspectos ecológicos de la especie que determinan la dinámica poblacional y se desarrolló en una población natural insertada en un fragmento de la FTSS. Se realizaron análisis de biometría de semillas y de emergencia de plántulas en cinco tratamientos para superar la latencia del tegumento, así como se probó el efecto alelopático en cuatro concentraciones del extracto de hoja de la especie. Además, se tomaron muestras de individuos para el estudio alométrico y la prueba de hipótesis del patrón de distribución espacial. Los frutos tienen forma elíptica y más del 60% del peso del fruto corresponde a la pulpa. La emergencia de las plántulas mostró que las semillas no presentaban latencia y la prueba de alelopatía indicó una influencia negativa de las hojas en la germinación de las semillas. Las muestras obtenidas en la alometría mostraron una buena precisión, permitiendo la observación de las relaciones morfométricas del árbol. En total, se identificaron 157 individuos en la población, con una altura media de 4,20 m y un DAP medio de 17,30 cm. El patrón espacial obtenido indica niveles de agregación hasta un radio de 25 m, seguido de un patrón aleatorio hasta una distancia de 45 m y a partir de 90 m el patrón es segregado. Los resultados sobre el comportamiento ecológico de la especie permiten tomar decisiones sobre la recogida de semillas en el gradiente espacial, contribuyendo a la gestión y conservación.

Introdução

As florestas tropicais sazonalmente secas (FTSS) fazem parte de uma metacomunidade de vegetação tropical com solos férteis, mas que apresentam disponibilidade irregular de água, sendo sensíveis à mudança na intensidade ou frequência de secas[1][2]. Com as projeções de mudanças climáticas e aquecimento global[3], as condições ambientais tornam-se fatores ainda mais limitantes para a manutenção da diversidade e composição desses ambientes. Soma-se a isso o uso desenfreado dos recursos naturais, que ameaça o equilíbrio das florestas e resulta em perdas de espécies e de *habitat*[4]. Sendo assim, compreender características ecológicas em nível de espécie ou de comunidade é necessário para a definição de estratégias de conservação.

Geoffroea spinosa Jacq. (Fabaceae) é uma espécie neotropical de porte arbóreo, encontrando-se distribuída em florestas tropicais disjuntas sazonalmente secas da América do Sul. Registros de sua ocorrência foram relatados na Colômbia, Venezuela, norte da Argentina, Peru e do Equador, sendo encontrada até nas ilhas Galápagos[5]. No Brasil observa-se a ocorrência em áreas sujeitas a alagamentos na Caatinga, no Centro-Oeste e em áreas de transição com a Floresta Atlântica[5][6][7][8].

A espécie tem potencial alimentício e medicinal, e possui alto teor de proteínas, carboidratos, fibras e cálcio, podendo ser incorporada à indústria de dieta saudável, e, além disso, os polissacarídeos encontrados em sua casca têm apresentado atividades anticoagulante e antitrombótica[9][10][11]. No Nordeste brasileiro, foi indicada como planta terapêutica para febre, diarreia e picada de cobra[12].

Considerando a enorme biodiversidade brasileira, é notório que ainda há necessidade de muitos estudos sobre suas espécies, e a caracterização das plantas é um dos de maior importância. A biometria de frutos e sementes, por exemplo, mostra as variações fenotípicas e as associações da espécie com fatores ambientais e genéticos, e é importante também na identificação e taxonomia[13]. Já os estudos de emergência de plântulas são necessários para o conhecimento do desenvolvimento inicial das espécies, avaliando como as plântulas reagem aos fatores ambientais, contribuindo assim para produção de mudas de qualidade. Por outro lado, estudos sobre os efeitos alelopáticos permitem identificar os mecanismos que as plantas usam, positivamente

ou negativamente, para ocupar o espaço físico e se desenvolver, liberando compostos no ambiente[14].

Embora apresente ampla distribuição e possua grande potencialidade, há carência na literatura de estudos voltados para a conservação de *G. spinosa*. Diante desse contexto, a presente pesquisa teve como objetivo apresentar um panorama geral sobre a espécie por meio de caracterizações ecológicas. Os seguintes questionamentos foram testados: i) os frutos da espécie possuem formato homogêneo? ii) as sementes possuem dormência? iii) as folhas possuem efeito alelopático? e iv) qual a forma de ocorrência espacial dos indivíduos da espécie? Os resultados deste estudo servirão de base para estudos comparativos com populações de outras regiões, subsidiando estratégias para conservação e manejo.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi conduzido com uma população natural de *G. spinosa* ocorrente em um fragmento de FTSS, a 630 m de altitude, no município de Macaíba, estado do Rio Grande do Norte (5° 53' S e 35° 23' W). O clima é uma transição entre os tipos As' e BSh' conforme a classificação de Köppen, apresentando precipitação média anual de 1.086 mm. O fragmento possui área de, aproximadamente, 270 ha, apresentando elevada antropização, como corte seletivo de árvores, abertura de estradas e trilhas, extração de areia e movimentação de animais domésticos[15].

Biometria de frutos e sementes

Os frutos de *G. spinosa* são do tipo drupa, apresentando mesocarpo carnoso e uma semente por fruto[16]. Desse modo, foi realizada a biometria de 100 frutos e 100 sementes provenientes de diferentes indivíduos da população, avaliando as variáveis comprimento (mm), largura (mm), espessura (mm), massa fresca (g) e rendimento de polpa (g). Utilizou-se balança de precisão para registrar a massa fresca e paquímetro digital para as demais variáveis.

As análises estatísticas foram feitas no programa BioEstat 5.0 ® [17], obtendo-se a média aritmética, desvio padrão, erro padrão, coeficiente de variação (CV), assimetria (g_1) e curtose (g_2). O teste de normalidade de Lilliefors foi utilizado para a indicação das diferenças estatísticas dos dados

em relação à distribuição normal, e o coeficiente de correlação não paramétrico de Spearman (r_s) foi aplicado após rejeição da hipótese nula das variáveis quanto à normalidade dos dados ($P < 0,05$).

Emergência de plântulas

Para análise da emergência de plântulas foi realizado o delineamento inteiramente casualizado, sendo cinco tratamentos com quatro repetições de 25 sementes cada, semeadas em areia lavada. Os seguintes tratamentos foram utilizados: T0 = controle (sementes intactas); T1 = escarificação com lixa nº 40; T2 = escarificação com serra de madeira manual; T3 = embebição em água por 12 h; T4 = H_2SO_4 50% por 3 min. Para a avaliação das plântulas adotou-se como critério a emissão do primeiro par de folhas. Foram avaliadas a porcentagem total de plântulas emergidas e o índice de velocidade de emergência (IVE)[18]. O cálculo do IVE foi realizado no final do teste a partir dos dados diários do número de plântulas emergidas: $IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$; em que: E_1, E_2, E_n = número de plântulas emergidas; e N_1, N_2, N_n = número de dias após a semeadura. Os dados foram analisados por meio do programa BioEstat 5.0 ® [17], sendo realizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk e a análise de variância, com as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

Alelopatia de folhas

Para analisar se as folhas de *G. spinosa* possuem efeito alelopático, foram produzidos extratos em diferentes concentrações, sendo as folhas pesadas em balança de precisão e processadas com 1 litro de água destilada. No experimento foram utilizadas sementes de *Lactuca sativa* L., semeadas em bandejas de isopor com substrato de papel toalha. Realizou-se um delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos, cada um com cinco repetições contendo 20 sementes: T1 = tratamento controle (água destilada); T2 = extrato 25% (25 g L⁻¹); T3 = extrato 50% (50 g L⁻¹); T4 = extrato 75% (75 g L⁻¹).

Cada repetição foi irrigada com 10 mL do extrato diariamente, conforme o cálculo da quantidade de água para o substrato papel[19]. O número de sementes germinadas foi avaliado diariamente, tendo como critério a emissão da radícula. No final do experimento checkou-se o tamanho total de 20 plântulas por repetição, para verificar se o extrato teve algum efeito no desenvolvimento. Os dados obtidos

foram analisados e submetidos à análise de variância e Teste de Tukey no programa estatístico BioEstat 5.0 ® [17].

Alometria das árvores

Foram amostrados 20 indivíduos adultos de *G. spinosa*, mensurando em cada planta a altura total (m), altura do fuste (m), circunferência a altura do peito (CAP) (cm) e área da copa (m²). A altura total foi estimada por meio da projeção de uma referência de altura conhecida, sendo considerada a distância entre a superfície do solo até o último ramo vivo da planta. A altura do fuste foi estimada usando o mesmo parâmetro da altura total, sendo considerada a altura do solo até a base do primeiro ramo vivo componente da copa. As CAPs foram medidas com o auxílio de fita métrica, e em alguns casos foram contabilizadas todas as CAPs, determinando-as por meio da equação $Ct = \sqrt{(c_1^2 + c_2^2 + \dots + c_n^2)}$ [20], sendo “Ct” a circunferência total e “ci” as medidas das CAPs aferidas em campo a 1,30 m do solo. O valor de “Ct” foi convertido no valor de diâmetro a altura do peito (DAP) por meio da fórmula: $DAP = Ct/\pi$. Para a área da copa utilizou-se a área da elipse ($A = \pi Rr$), sendo “R” igual à metade do maior eixo da copa e “r” igual a metade do eixo de sua respectiva medida perpendicular[21].

Os dados coletados foram submetidos ao programa BioEstat 5.0 ® [17], onde os parâmetros da alometria foram analisados por meio de estatísticas univariadas, compreendendo as medidas de posição e medidas de dispersão. Foram consideradas as seguintes relações alométricas: a) DAP x altura total; b) DAP x altura do fuste; c) DAP x área da copa; d) altura total x altura do fuste; e) altura total x área copa; f) altura do fuste x área da copa. Para detectar a divergência estatística quanto à distribuição normal, as variáveis alométricas foram submetidas ao teste de normalidade de Lilliefors. Em seguida, aplicou-se o coeficiente de correlação não paramétrico de Spearman (r_s)[22] e o respectivo nível de significância (p). A partir da existência de correlação, foi aplicada a análise de regressão, na qual a melhor equação foi apresentada conforme o melhor ajuste de R^2 .

Distribuição espacial

Foi demarcada uma parcela de 150 m x 150 m, totalizando 22.500 m², onde foram amostrados todos os indivíduos de *G. spinosa* com altura superior a dois metros, sendo mensurados a altura e o DAP.

Coletou-se as coordenadas geográficas de cada planta por meio de GPS, sendo elaborado um gráfico de distribuição dos indivíduos amostrados.

As análises foram realizadas por meio do programa SpPack 1.38 [23], sendo executada a função de segunda ordem da densidade de vizinhos ou NDF (*Neighbourhood Density Function*). Foram feitos correlogramas de interação entre a densidade de vizinhos (NDF) e as classes de distância (t), compreendendo entre 5 e 100 m [24][25]. Os valores de NDF foram comparados com base na faixa de valores do intervalo de confiança (IC), superior e inferior. É aceita a hipótese nula de completa aleatoriedade espacial das amostras quando os valores de NDF estão dentro da faixa de valores do intervalo de confiança (superior e inferior). Os valores de NDF acima do IC superior indicam que a hipótese

alternativa de padrão agregado é verdadeira, enquanto os valores abaixo do IC inferior indicam que é verdadeira a hipótese alternativa de padrão espacial segregado.

Resultados e Discussão

Na caracterização biométrica, foi confirmado que os frutos apresentam formato elíptico, sendo que mais de 60% do peso da massa fresca dos frutos é referente a polpa (Tabela 1). Essa elevada quantidade de polpa corrobora o maior valor de espessura observado para os frutos, quando comparado aos endocarpos. O rendimento de polpa apresentou maior CV (29%) e o menor foi observado na largura (6%), enquanto para os endocarpos a maior variação foi na massa fresca (20%) e a menor foi na espessura (6%).

Tabela 1 – Características biométricas de frutos e endocarpos de *Geoffroea spinosa*.

Característica biométrica		n	mi	ma	X ±EP	CV (%)	S
Frutos	Massa fresca (g)	100	6,34	16,82	11,24 ± 0,19	17	0,38
	Comprimento (mm)	100	29,12	43,42	34,62 ± 0,24	7	0,57
	Largura (mm)	100	23,14	30,42	26,49 ± 0,15	6	0,09
	Espessura (mm)	100	21,58	50,44	24,43 ± 0,39	16	5,52
Endocarpos	Massa fresca (g)	100	1,50	6,20	4,02 ± 0,08	20	-0,82
	Comprimento (mm)	100	25,22	38,48	29,70 ± 0,21	7	0,78
	Largura (mm)	100	16,38	28,05	19,59 ± 0,13	7	2,35
	Espessura (mm)	100	13,52	19,76	15,35 ± 0,09	6	0,98
Rendimento da polpa (g)		100	1,38	14,71	7,22 ± 0,21	29	0,63

n: tamanho amostral; mi: mínimo; ma: máximo; X: média aritmética; EP: erro padrão; CV: coeficiente de variação; S: assimetria.

Foram verificadas correlações positivas e significativas entre todas as variáveis avaliadas, em que, a massa fresca x comprimento apresentou

a maior correlação para os frutos ($r = 0,85$) e endocarpos ($r = 0,69$) (Tabela 2), demonstrando que cada uma tem influência positiva sobre a outra.

Tabela 2 – Correlação de Spearman (r_s) entre as variáveis biométricas de frutos e endocarpos de *Geoffroea spinosa*.

Correlações	Frutos	Endocarpos
Massa fresca x Comprimento	0,854 *	0,690 *
Massa fresca x Largura	0,848 *	0,632 *
Massa fresca x Espessura	0,801 *	0,526 *
Comprimento x Largura	0,760 *	0,599 *
Comprimento x Espessura	0,672 *	0,648 *
Largura x Espessura	0,802 *	0,588 *

(*) = $P < 0,05$.

Apesar de ter uma distribuição considerável no Brasil e em outros países da América do Sul, *G. spinosa* ainda possui poucos estudos e informações sobre seus aspectos ecológicos, principalmente no país. Um exemplo dessa escassez de informações é que na região da Caatinga, onde boa parte da população conhece a espécie, não há muitos registros em herbários[26]. Assim, a caracterização dos frutos mostra-se importante por serem comestíveis[27], principalmente na região Nordeste, onde muitas pessoas por questões econômicas os inseriam na própria alimentação[28]. O uso alimentício de *G. spinosa* foi evidenciado quando alguns pesquisadores estudaram a flora comestível do Brasil nos séculos XVI e XVII, sendo visto que ela era consumida em períodos de escassez alimentar[8][29].

O maior tamanho e massa do fruto podem ser indicativos importantes para seleção de frutos, pois garantem maior quantidade de polpa e amêndoa. O farelo proveniente do mesocarpo e amêndoas pode ser aplicado na alimentação, sendo excelente fonte de proteínas, lipídeos e açúcares[28]. Ainda de acordo com os autores, os frutos possuem conteúdos

fenólicos que podem ser usados como aditivos antioxidantes, mostrando o potencial nutritivo dos frutos da espécie. Em estudo fitoquímico dos frutos de *Geoffroea decorticans* na Argentina, foram encontrados compostos químicos que se relacionam ao uso na medicina popular, com efeitos emolientes, balsâmicos e expectorantes[30]. Tais informações evidenciam a importância do conhecimento dos frutos da espécie, sendo necessários mais estudos que mostrem o potencial alimentício e farmacológico.

O teste de emergência de plântulas mostrou que as sementes de *G. spinosa* não apresentaram dormência, pois o tratamento controle e os tratamentos com lixa, serra e embebição em água, não diferiram estatisticamente (Tabela 3). O tratamento com imersão em ácido sulfúrico foi o único que diferiu estatisticamente dos demais, sendo possível que o ácido provavelmente pode ter provocado danos nas sementes, impedindo sua germinação. Os resultados do IVE indicaram valores próximos entre os tratamentos, com exceção para o tratamento com ácido sulfúrico o qual apresentou baixo índice.

Tabela 3 – Porcentagem de emergência (E) de plântulas de *Geoffroea spinosa* e índice de velocidade de emergência (IVE).

Tratamentos	E (%)	IVE
Controle	48 a	3,52
Escarificação com lixa	57 a	4,84
Escarificação com serra	44 a	3,49
Embebição em água	49 a	3,21
Imersão em ácido sulfúrico	8 b	0,52

Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Dunn ($P \geq 0,05$). (*) = $P < 0,05$.

Sementes de *G. spinosa* avaliadas em diferentes embalagens e ambientes apresentam comportamento de sementes recalcitrantes[8], sendo recomendado o acondicionamento em embalagens de plástico armazenadas em câmara fria por um período de até 60 dias. Isso é importante para obtenção de mudas de qualidade, principalmente para inserção em projetos de recuperação de áreas degradadas, visto que é uma planta de porte elevado e pode gerar maior recobrimento do solo.

Em estudo com tratamentos pré-germinativos em sementes de *G. decorticans*, foi observado que sementes com as pontas removidas e embebidas em água por três e seis horas tiveram maior porcentagem de sementes germinadas, bem como

menor quantidade de dias para germinar[31]. Ainda de acordo com os autores, o tratamento controle não apresentou baixa taxa de germinação, semelhante aos resultados para *G. spinosa*. Em relação a todos os tratamentos, foi observado que os valores de emergência de *G. spinosa* foram baixos, onde o maior valor obtido foi 57% (Tabela 3). Esse comportamento, associado a informação das sementes serem recalcitrantes[8], pode indicar que os frutos foram coletados fora do período ideal, o que remete a necessidade de coletas programadas para maior sucesso na produção de mudas.

No estudo de alelopatia, o tratamento controle apresentou maior porcentagem de germinação nas sementes de *L. sativa* (Tabela 4), indicando ainda que

o aumento da concentração do extrato proporciona menor porcentagem de germinação. Isso pode indicar influência negativa das folhas de *G. spinosa* na germinação das sementes, podendo ter princípios

ativos que impeçam a propagação de outras espécies. Além disso, os extratos influenciaram negativamente no desenvolvimento das plântulas e comprovaram esse efeito alelopático (Tabela 4).

Tabela 4 – Porcentagem de germinação de sementes (G) e comprimento das plântulas de *Lactuca sativa* submetidas a diferentes concentrações do extrato foliar de *Geoffroea spinosa*.

Tratamentos	G (%)	Comprimento de plântulas (cm)
Controle	75 a	25 a
Extrato 25%	46 b	24 a
Extrato 50%	32 c	18 b
Extrato 75%	24 d	14 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Em ambientes naturais, espécies florestais podem ter influências sobre outros organismos, por meio de suas diferentes estruturas, afetando por exemplo a regeneração natural de outras espécies[32]. Das poucas informações que se tem sobre as estruturas da *G. spinosa*., sabe-se que as folhas são uma importante fonte de nutrientes, com composição química adequada para o consumo humano[9]. Além disso, o caule também apresenta características composicionais adequadas para consumo humano e uso na indústria alimentícia[33]. Esses fatores expressam o potencial da espécie para a indústria química e farmacológica, e precisam ser investigados.

Em um levantamento etnobotânico de plantas medicinais em comunidades rurais em Pernambuco, foi descoberto que a casca do caule de *G. spinosa* é utilizada como chá, podendo ser utilizado para doenças do sistema hematopoiético e certas desor-

dens do sistema imunológico[34]. Além disso, nas flores da espécie foram encontrados 14 compostos químicos, sendo seis flavonóides, três derivados do ácido hidroxicinâmico e cinco amidas derivadas do ácido hidroxicinâmico[35].

A estatística descritiva dos dados alométricos apontaram valores baixos de erro padrão apenas para a altura total e DAP, indicando boa precisão para as amostras coletadas (Tabela 5). Além das médias obtidas, é importante verificar as amplitudes dos dados (valores máximos e mínimos), permitindo identificar variabilidade nas relações morfométricas da árvore. O maior indivíduo amostrado apresentou altura total de 12 m, enquanto o menor foi 5,4 m. A área da copa apresentou elevado valor de coeficiente de variação, possivelmente porque as dimensões de cada indivíduo variam de acordo com diversos fatores, como o adensamento de plantas.

Tabela 5 – Estatística descritiva das características de alometria de uma população de *Geoffroea spinosa*.

	N	Máx.	Mín.	Média ± EP	DP	CV (%)	g1	g2
DAP (cm)	20	85,22	15,92	38,51±3,87	17,31	0,45	1,36	2,18
Altura Total (m)	20	12,00	5,40	6,86±0,44	1,64	0,28	1,60	2,70
Altura Fuste (m)	20	130,00	1,50	18,26±8,42	37,64	2,06	2,39	4,77
Área de Copa (m ²)	20	240,79	20,18	77,56±12,66	1,68	56,62	1,72	2,89

N: número de indivíduos amostrados; Máx: máximo; Mín: Mínimo; EP: Erro padrão; DP: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; g1: assimetria e g2: curtose.

A assimetria (g1) foi positiva, ou seja, distribuição de frequência assimétrica à direita, predominando na amostra analisada indivíduos com

menor CAP, DAP, altura total, altura do fuste e área da copa. Para o coeficiente de curtose, os valores de área da copa, altura total e DAP apresentaram

distribuição mais afiladas em relação à curva normal, pois $g_2 > 0$ (leptocúrtica), sendo assim, a maioria dos dados estão em torno da média.

Tratando-se da alometria, as combinações DAP x Altura total, DAP x Área de copa e Altura total x

Área da copa, apresentaram correlações significativas e, desse modo, foram geradas equações polinomiais definidas pelo maior ajuste de R^2 a partir dessas relações (Tabela 6).

Tabela 6 – Parâmetros obtidos nas análises de correlação e regressão para todas as relações alométricas de *Geoffroea spinosa*.

Relações alométricas	Equações	R^2	rs
DAP x Altura total	$y = 0,0008x^2 + 0,016x + 4,8122$	0,714	0,665*
DAP x Área de copa	$y = -0,0003x^2 + 0,3338x + 14,977$	0,762	0,794*
Altura total x Área de copa	$y = 0,0001x^2 + 0,0112x + 5,3396$	0,674	0,677*

R^2 : coeficiente de determinação, rs: correlação de Spearman. * = $P < 0,05$.

Tradicionalmente, a relação entre DAP e altura total compreende a estabilidade mecânica da árvore, e o bom ajuste desta equação pode ser verificado no nível do coeficiente de determinação. A relação positiva e significativa entre DAP e altura total é relatada por diversos estudos [36][37]. Essa correlação significativa está de acordo com o esperado para plantas que crescem em ambientes abertos [38]. Esse parâmetro obtido é considerado como um fator fundamental para a árvore manter o equilíbrio e está relacionado com a capacidade do caule manter-se estável. Essa ligação admitida pela árvore proporciona resistência a sua própria massa e às forças do vento [39].

A relação entre a altura total e área da copa apresentou o mesmo padrão de relação positiva e significativa. Essa relação é de extrema importância para os aspectos ecológicos da comunidade, onde o estrato arbóreo ocupado pelos indivíduos compromete as atividades ecológicas, como dispersão de frutos e estabelecimento de plântulas.

A regressão polinomial descreveu bem a relação alométrica entre DAP x área da copa, com o coeficiente de determinação (R^2) de 0,762, já que quanto maior o valor de R^2 melhor será o ajuste dos dados à reta. O investimento em área da copa

para *G. spinosa* pode ser explicado pelo fato de ocorrerem em ambientes com elevada luminosidade, não havendo necessidade de competição por luz e espaço, como aconteceria em áreas de vegetação densa e com dossel fechado. O padrão encontrado corrobora a necessidade de estabilidade e proteção contra danos mecânicos provocados pelos ventos. A altura, o tamanho da copa e o fator de resistência ao vento aumentam com a ontogenia, neste sentido os indivíduos com maior área da copa têm necessariamente maior investimento em altura e/ou DAP [39].

Ao todo, foram identificados na população 157 indivíduos de *G. spinosa* (Figura 1A), com altura média de 4,20 m e DAP médio de 17,30 cm. O padrão espacial obtido pela análise univariada mostrou no correlograma um formato de “J invertido”, indicando significantes níveis de agregação até o raio de 25 m (Figura 1B). A partir de 25 m, o padrão espacial dos indivíduos ocorreu de maneira variável, sendo aleatório até a distância de 45 m e voltando a ser aleatório na classe de 60 m, onde os valores de NDF estão compreendidos na faixa dos intervalos de confiança superiores e inferiores. A partir da classe de 90 m o valor de NDF se encontra abaixo dos valores do intervalo de confiança, sendo assim o padrão segregado.

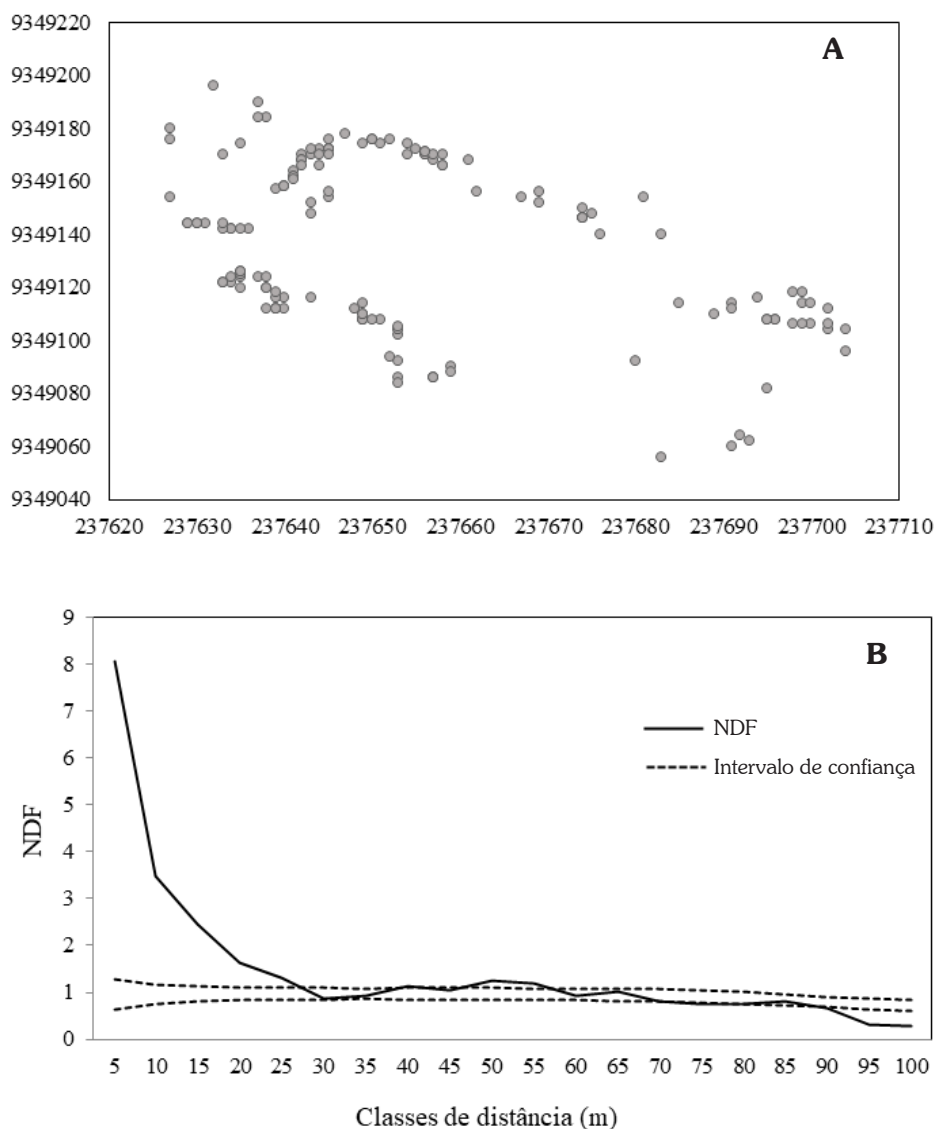


Figura 1 – Distribuição espacial dos indivíduos de *Geoffroea spinosa* na população, com valores dos eixos X e Y em UTM (*Universal Transverse Mercator*) (A).

Os fatores bióticos e abióticos influenciam direta ou indiretamente nos padrões de distribuição espacial de uma população[40]. Com base no padrão observado, pode-se afirmar que os indivíduos de *G. spinosa* tendem a ocorrer de forma agrupada, principalmente nas primeiras classes de distância, o que sugere que a estrutura espacial da população é influenciada pela localização dos indivíduos parentais. Nesse sentido, a dispersão restrita das sementes e as interações que ocorreram entre os indivíduos no passado determinam o padrão espacial[41][42]. Além disso, o padrão espacial dos indivíduos em uma população é dependente da escala em que o estudo está sendo desenvolvido[43].

Em florestas tropicais as espécies mais abundantes normalmente ocorrem de forma agrupada ou com tendência ao agrupamento[44]. Desse modo, o padrão de agregação pode ser um reflexo do estágio de sucessão em que os fragmentos se encontram. Os ambientes que já sofreram perturbações costumam apresentar indivíduos de pequeno porte que formam grupos dentro da vegetação. Normalmente, as espécies ocorrentes em ambientes alterados, como bordadura de florestas, apresentam padrão de distribuição agregado[45]. No caso da população em estudo, os indivíduos estão dispostos na margem da estrada de acesso ao fragmento e em uma parte alagável do terreno, pouco colonizável por outras

espécies. Além disso, é importante ressaltar que fatores bióticos e abióticos podem ser indicativos do tamanho da comunidade e do status de regeneração da vegetação[24].

Em uma análise do padrão espacial por classes de tamanho, foi verificado que em indivíduos jovens o padrão agregado é mais comum, enquanto em indivíduos adultos é mais frequente o padrão aleatório[46]. Provavelmente, esse padrão é determinado pela densidade dos indivíduos adultos na população, e quanto maior o número de indivíduos adultos maior será a competição por água, luz e nutrientes.

Conclusões

O padrão de distribuição espacial dos indivíduos variou conforme a classe de distância, com agregação até 25 m, seguido por um padrão alterando entre aleatório e agregado nas classes intermediárias, e segregado a partir dos 90 m. Os frutos apresentaram formato elíptico e elevada quantidade de polpa, com baixa variação nas variáveis comprimento e largura. As sementes não apresentaram dormência, não sendo necessária a utilização de técnicas para promover a germinação. Informações básicas sobre a ecologia dessa espécie servirão como embasamento para estratégias efetivas de conservação, coleta de sementes, produção de mudas e recomposição de áreas.

Agradecimentos

O estudo foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

1. Allen K, Dupuy JM, Gei MG, Hulshof C, Medvigy D, Pizano C et al. Will seasonally dry tropical forests be sensitive or resistant to future changes in rainfall regimes?. *Environ. Res. Lett.* 2017; 12: 023001. doi: 10.1088/1748-9326/AA5968
2. Pennington RT, Lavin M, Oliveira-Filho A. Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2009; 40: 437-457. doi: 10.1146/annurev.ecolsys110308120327

3. Warren R, Price J, Graham E, Forstnerhaeusler N, VanDerWal J. The projected effect on insects, vertebrates, and plants of limiting global warming to 1.5°C rather than 2°C. *Science* 2018; 360: 791-95. doi: 10.1126/science.aar3646
4. Fletcher RJ, Didham RK, Banks-leite C, Barlow J, Ewers RM, Rosindell J et al. Is habitat fragmentation good for biodiversity?. *Biol. Conserv.* 2018; 226: 9-15. doi: 10.1016/j.biocon.2018.07.022
5. Ireland H, Pennington RT. A revision of *Geoffroea* (Leguminosae-Papilionoideae). *Edinb. J. Bot.* 1999; 56: 329-347. doi: 10.1017/S0960428600001293
6. Caetano S, Currat M, Pennington RT, Prado D, Excoffier L, Naciri Y. Recent colonization of the Galápagos by the tree *Geoffroea spinosa* Jacq. (Leguminosae). *Mol. Ecol.* 2012; 21: 2743-2760. doi: 10.1111/j.1365-294X.2012.05562.x
7. Salvat A, Antonacci L, Fortunato RH, Suarez EY, Godoy HM. Antimicrobial activity in methanolic extracts of several plant species from northern Argentina. *Phytomedicine* 2004; 11: 230-234. doi: 10.1078/0944-7113-00327
8. Souza VC, Andrade LA, Cruz FRS, Fabricante JR, Oliveira LSB. Conservação de sementes de marizeiro *Geoffroea spinosa* Jacq. utilizando diferentes embalagens e ambientes. *Ciência Florestal* 2011; 21: 93-102. doi: 10.5902/198050982751
9. Puá ALR, Barreto GER, Gonzalez JA, Acosta CV. Composición nutricional de las hojas del silbadero (*Geoffroea spinosa* Jacq) del municipio de Tubará (Atlántico). *@Liment Cienc. Tecnol. Aliment.* 2016; 14: 38-48. doi: 10.24054/16927125.V1.N1.2016.2099
10. Roque AA, Rocha RM, Loiola MIB. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (Nordeste do Brasil). *Revista brasileira de plantas medicinais* 2010; 31-42. doi: 10.1590/S1516-05722010000100006
11. Souza ROS, Assreuy MAS, Madeira JC, Chagas FDS, Parreiras LA, Santos GRC et al. Purified polysaccharides of *Geoffroea spinosa* barks have anticoagulant and antithrombotic activities devoid of hemorrhagic risks. *Carbohydr. Polym.* 2015; 124: 208-215. doi: 10.1016/j.carbpol.2015.01.069
12. Macedo JGF, Menezes IRA, Ribeiro DA, Santos MO, Mácedo DG, Macêdo MJF et al. Analysis of the Variability of Therapeutic Indications of Medicinal Species in the Northeast of Brazil: Comparative Study. *Evid Based Complement Alternat Med* 2018; 2018:769193. doi: 10.1155/2018/6769193
13. Rice EL. *Allelopathy*. 2. ed. New York: Academic Press, 1984. 422 p.



14. Vieira FA, Carvalho D. Maturação e morfometria dos frutos de *Miconia albicans* (Swartz) Triana (Melastomataceae) em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana em Lavras, MG. *Rev. Árvore* 2009; 33(6): 1015-1023.
15. Cestaro LA, Soares JJ. Variações florística e estrutural e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 2004; 18: 203-208. doi: 10.1590/S0102-33062004000200001
16. Aguirre Z. Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guia dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto Manejo Florestal Sostenible ante el Cambio Climático. Ministerio del Ambiente de Ecuador/FAO – Finlândia. Ecuador, 2012.
17. Ayres M, Ayres Júnior M, Ayres DL, Santos AS. BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas de ciências biométricas. Versão 5.0. 2007. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, MCT-CNPq.
18. Maguire JD. Speed of Germination–Aid in Selection and Evaluation for Seedling Emergence and Vigor. *Crop Sci.* 1962; 2: 176-177. doi: 10.2135/CROPSCI1962.0011183X000200020033X
19. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS. 2009. 398p.
20. Scolforo JRS, Mello JM. Inventário Florestal. Lavras: UFLA/FAEPE. 1997. 341p.
21. Coelho GAO. Relações alométricas e estabilidade mecânica de *Miconia ferruginata* dc. (melastomataceae) em um fragmento de cerrado em Lavras, Sul de Minas Gerais. [Trabalho de Conclusão de Curso/Graduação em Ciências Biológicas]. Universidade Federal de Lavras; 2008. 39 f.
22. Zar JH. *Biostatistical Analysis*. 3rd Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River. 1996. 662p.
23. Perry GLW. SpPack: spatial point pattern analysis in Excel using Visual Basic for Applications (VBA). *Environ. Model. Softw.* 2004; 19: 559-569. doi: 10.1016/J.ENVSOF.2003.07.004
24. Condit R, Ashton PS, Baker P, Bunyavejchewin S, Gunatilleke S, Gunatilleke N et al. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science* 2000; 288: 1414-1418. doi: 10.1126/science.288.5470.1414
25. Wiegand T, Moloney KA. Rings, circles, and null-models for point pattern analysis in ecology. *Oikos* 2004; 104: 209-229. doi: 10.1111/J.0030-1299.2004.12497.X
26. SpeciesLink [http://www.splink.org.br]. Acesso em 28 abr 2021.
27. Santos TC, Nascimento-Júnior JE, Prata APN. Frutos da Caatinga de Sergipe utilizados na alimentação humana. *Sci. plena.* 2012; 8(4): 049901.
28. Silva EV. Farelos dos frutos de *Geoffroea spinosa*: composição química, caracterização térmica e físico-química e aplicação como aditivos de pães [Dissertação/Mestrado em Química]. Universidade Federal da Paraíba. 2013. 175p.
29. Tomchinsky B, Ming LC. As plantas comestíveis no Brasil dos séculos XVI e XVII segundo relatos de época. *Rodriguésia* 2019; 70: 03792017.
30. Silva R, Ruiz REL, Ruiz SO. Estudio Fitoquímico de Frutos de *Geoffroea decorticans* (Gill. ex Hook. et Arn.) Burk. Leguminosae (Fabaceae). *Acta Farm Bonaer.* 1999; 18: 2017-2019.
31. Peces MG, Sobrero MT, Rossi F. Tratamientos pregerminativos en *Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. e Arn.) Burkart var. *decorticans*. *Forest Genetic Resources* 2014; 16: 31-36.
32. Reigosa MJ, Sánchez-Moreiras A, Gonzáles L. Ecophysiological approach in allelopathy. *Crit. Rev. Plant Sci.* 1999; 18(5): 577-608.
33. Púa AL, Barreto GE, de La Hoz MD, Fritz YP. Composición nutricional del tallo de Silbadero (*Geoffroea spinosa* jacq.) del municipio de Tubara, Atlántico. *Temas Agrarios* 2017; 22: 90-96. doi: 10.21897/RTA.V22I2.948
34. Albergaria ET, Silva MV, Si AG. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais em comunidades rurais do município de Lagoa Grande, Pernambuco, Brasil. *Revista Fitos* 2019; 13: 137-154. doi: 10.17648/2446-4775.2019.713
35. Cabrera SP, Camara CA, Silvia TMS. Chemical constituents of flowers from *Geoffroea spinosa* Jacq. (Leguminosae), a plant species visited by bees. *Biochem. Syst. Ecol.* 2020; 88: 103965. doi: 10.1016/J.BSE.2019.103965
36. Fabricante JR, Feitosa SS, Bezerra FTC, Feitosa RC, Xavier KRF. Análise populacional de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae Lindl.) na caatinga da região do Seridó nordestino. *Revista Brasileira de Biociências* 2009; 7: 285-290.
37. Roman M, Bressan DA, Durlo MA. Variáveis morfométricas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud., *Ciência Florestal* 2009; 19(4): 473-480.
38. Sposito TC, Santos FAM. Scaling of stem and crown in eight *Cecropia* (Cecropiaceae) species of Brazil. *Am. J. Bot.* 2001; 88: 939-949. doi: 10.2307/2657047
39. Sterck FJ, Bongers F. Ontogenetic changes in size, allometry, and mechanical design of tropical rain forest trees. *Am. J. Bot.* 1998; 85: 266-272. doi: 10.2307/2446315

40. Talora DC, Morellato PC. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 2000; 23: 13-26. doi: 10.1590/S0100-84042000000100002
41. Vieira FA, Carvalho D, Higuchi P, Machado ELM, Santos RM. Spatial pattern and fine-scale genetic structure indicating recent colonization of the palm *Euterpe edulis* in a Brazilian Atlantic forest fragment. *Biochem. Genet.* 2010; 48: 96-103. doi: 10.1007/S10528-009-9298-3
42. Lucas FMF, Silva RAR, Rocha TGF, Fajardo CG, Vieira FA. Carnauba demography: analysis of the spatial pattern. *Sci. Electron. Arch.* 2020; 13: 37-44. doi: 10.36560/131120201229
43. Silva MA, Mello JM, Scolforo JRS, Czanck Júnior L, Andrade IS, Oliveira AD. Análise da distribuição espacial da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish) sujeita ao sistema de manejo porta-sementes. *Cerne* 2008; 14: 311-316.
44. Martins SS, Couto L, Machado CC, Souza AL. Efeito da exploração florestal seletiva em uma floresta estacional semidecidual. *Rev. Árvore* 2003; 27: 65-70. doi: 10.1590/S0100-67622003000100009
45. Nasi R. Analysis of the spatial structure of a rattan population in a mixed dipterocarp forest of Sabah (Malaysia). *Acta Oecol.* 1993; 34(1): 73-85.
46. Capretz RL, Batista JLF, Sotomayor JFM, Cunha CR, Nicoletti MF, Rodrigues RR. Padrão espacial de quatro formações florestais do estado de São Paulo, através da função K de Ripley. *Ciência Florestal* 2012; 22: 551-565. doi: 10.5902/198050986622

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n.2, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886

