

## **Efeitos da procedência em aspectos morfológicos e fisiológicos de sementes de *Copaifera langsdorffii* DESF.**

*Provenance effects on morphological and physiological aspects of *Copaifera langsdorffii* desf. Seeds*

**Wilson Vicente Souza Pereira<sup>1</sup>, Ailton Gonçalves Rodrigues Junior<sup>2</sup>, Thiago Alves da Silva<sup>3</sup>, Olívia Alvina Oliveira Tonetti<sup>4</sup>, Anderson Cleiton José<sup>5</sup>, José Marcio Rocha Faria<sup>6</sup>**

**RESUMO:** Este estudo visou caracterizar diferenças morfológicas e fisiológicas em sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. provenientes de três regiões distintas. O material foi coletado em áreas de Cerrado em Montes Claros e Lavras, MG, além de matas ciliares em Lavras, MG. Foram analisadas características biométricas e fisiológicas das sementes, incluindo possíveis efeitos alopatéricos em sementes de alface. Observou-se variação significativa nas dimensões, velocidade e porcentagem de germinação entre as diferentes procedências. Notavelmente, os frutos e sementes do Cerrado de Montes Claros apresentaram dimensões menores e menor umidade, enquanto o Cerrado de Lavras produziu sementes maiores. Embora as sementes do Cerrado de Montes Claros tenham germinado mais rapidamente, não houve diferenças entre as procedências nos percentuais finais de germinação. Sementes de alface expostas ao lixiviado de sementes de *C. langsdorffii* do Cerrado demonstraram uma germinação mais lenta em comparação com aquelas submetidas ao lixiviado da procedência Mata Ciliar. Tais características das sementes de *C. langsdorffii* possuem implicações ecológicas substanciais, influenciando diretamente a germinação e o estabelecimento das plântulas, particularmente durante o curto período chuvoso.

**Palavras-chave:** Copaíba; Fatores ambientais; Fisiologia de sementes; Germinação de sementes.

**ABSTRACT:** This study aimed to characterize morphological and physiological differences in *Copaifera langsdorffii* seeds from three distinct regions. The material was collected in Cerrado areas in Montes Claros and Lavras, MG, as well as riparian forests in Lavras, MG. Biometric and physiological characteristics of the seeds were analyzed, including possible allopathic effects on lettuce seeds. Significant variation was observed in dimensions, speed and percentage of germination among the different provenances. Notably, fruits and seeds from the Cerrado of Montes Claros had smaller dimensions and lower moisture content, while the Cerrado of Lavras produced larger seeds. Although the seeds from the Cerrado of Montes Claros germinated more quickly, there were no differences among the provenances regarding the final germination percentage. Lettuce seeds exposed to the leachate of *C. langsdorffii* seeds from the Cerrado demonstrated slower germination compared to the riparian forest. Such seed characteristics of *C. langsdorffii* have substantial ecological implications, directly influencing germination and seedling establishment, particularly during the short rainy season.

**Keywords:** Copaiba; Environmental factors; Seed germination; Seed physiology.

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina (PI), Brasil.

<sup>2</sup> Doutor em Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade (PPGB) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), São José do Rio Preto (SP), Brasil.

<sup>3</sup> Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras (MG), Brasil.

<sup>4</sup> Doutora em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras (MG), Brasil.

<sup>5</sup> Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor Permanente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da UFLA, Lavras (MG), Brasil.

<sup>6</sup> Doutor em Fisiologia Vegetal pela Wageningen University and Research Centre (WUR). Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras (MG), Brasil.



## 1 INTRODUÇÃO

Dentre as 40 de espécies do gênero *Copaifera*, a *Copaifera langsdorffii* (Desfontaines) destaca-se como a mais representativa dada às aplicações da espécie. Ela possui uma ampla distribuição geográfica no Brasil, estando presente nas cinco regiões do país (Costa, 2024). Várias espécies do gênero são fontes de óleos essenciais, como exemplo a madeira de *C. langsdorffii*, com aplicações para fins medicinais (Santos *et al.*, 2022). Em geral, a madeira da espécie citada é empregada em construções, móveis, ferramentas e diversas finalidades. Além das vantagens de obtenção de produtos madeireiros e não madeireiros, as espécies do gênero são bastante utilizadas na recuperação de áreas degradadas e na arborização de ambientes urbanos e agrícolas (Bocchese; Fernandes; Azeredo, 2020).

A copaíba (*C. langsdorffii*) é uma espécie arbórea da família Fabaceae com ampla distribuição no Brasil (Costa, 2024), podendo atingir até 20 metros de altura (Pedroni *et al.*, 2002). Seus frutos são secos descentes, com a presença de uma única semente por fruto, raramente duas. As sementes são pretas, ovoides e parcialmente cobertas por um arilo laranja. É relatada para a espécie dormência ocasional causada pela presença de cumarina e impermeabilidade do tegumento, sendo geralmente recomendada a imersão em água por quatro dias ou escarificação mecânica para produção de mudas (Florianó, 2014; Pereira *et al.*, 2014). A frutificação de *C. langsdorffii* é supra-anual, caracterizada por um ano de alta produção seguido por um ou dois anos com pouca ou nenhuma frutificação (Costa *et al.*, 2016).

É amplamente reconhecido que as características morfológicas e fisiológicas das sementes são influenciadas pelas condições ambientais de sua procedência. Essas alterações já foram relatadas para muitas espécies, evidenciando que condições como disponibilidade de água, duração do dia (fotoperíodo), características do solo e a temperatura tanto do ar quanto do solo (Fenner, 1991; Tompset; Pritchard, 1993), terão consequências não apenas nas características fisiológicas e morfológicas das sementes, como também na sua produção (Souza *et al.*, 2007).

Um exemplo bastante estudado é a influência da temperatura nas dimensões das sementes (Elwel *et al.*, 2011; Fenner, 1991), no entanto, não existe um padrão quanto às influências ambientais nas sementes, sendo que essas alterações variam consideravelmente entre as diferentes espécies.

A biometria é um método de medição das estruturas e órgãos dos organismos vivos, desempenhando um papel significativo na compreensão dos processos de germinação de sementes, vigor, armazenamento e métodos de propagação. Também é importante para a diferenciação das espécies e caracterização dos aspectos ecológicos da planta (Campos *et al.*, 2023). Estudos biométricos têm o potencial de contribuir para o entendimento da ecologia vegetal, mostrando os efeitos do ambiente sobre as características das espécies.

As dimensões das sementes representam uma característica biométrica que exercem influências na fisiologia, como já relatado quanto à qualidade fisiológica de

sementes de *C. langsdorffii* (Souza; Fagundes, 2014; Chang *et al.*, 2009; Hojjat, 2011). A aplicação da biometria, ao contribuir para a compreensão da biologia vegetal, pode desempenhar um papel relevante na otimização da produção de mudas destinadas a projetos de reflorestamento.

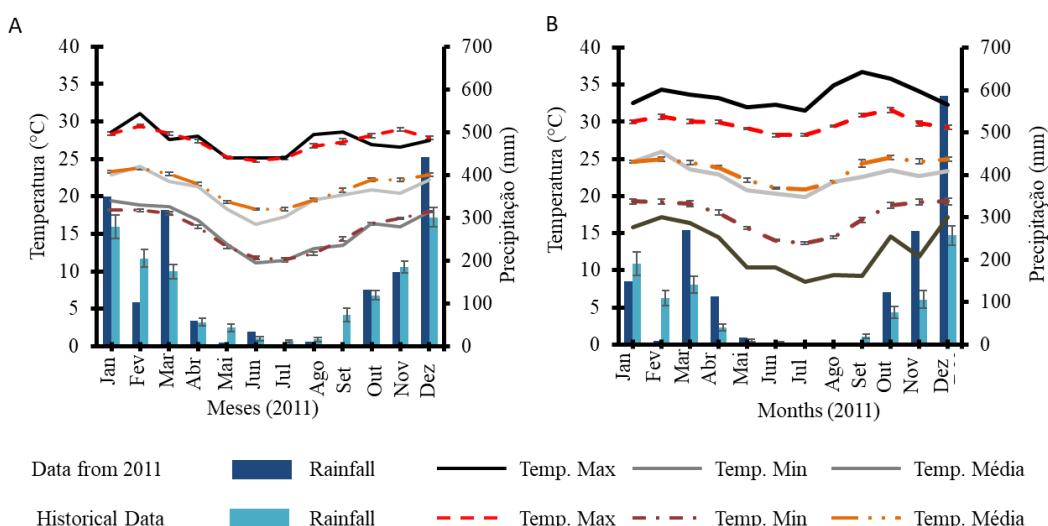
Assim, este estudo foi conduzido utilizando-se três procedências de *C. langsdorffii* com o propósito de avaliar diferenças nas características biométricas do fruto (dimensões, massa e teor de água), arilo (massa e teor de água), sementes (dimensões, massa e teor de água) e plântulas (dimensões), além de características fisiológicas, como velocidade e porcentagem de germinação. Também foi avaliada o efeito do lixiviado das sementes de *C. langsdorffii* de diferentes procedências na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ESPÉCIE E ÁREAS DE ESTUDO

O material vegetal (frutos maduros) foi coletado de árvores de *C. langsdorffii* no Cerrado *strictu sensu* nos municípios de Montes Claros e Lavras (Minas Gerais, Brasil), além de uma Mata Ciliar no município de Lavras, durante o período de julho a agosto de 2011.

Foram obtidos dados meteorológicos, incluindo precipitação e temperaturas máximas, mínimas e médias, de ambas as regiões, de janeiro a dezembro de 2011. Os dados foram obtidos das estações climáticas da Universidade Federal de Minas Gerais em Montes Claros e da Universidade Federal de Lavras. Os dados históricos (média dos dados climáticos de janeiro de 1982 a dezembro de 2011) foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Os dados meteorológicos podem ser observados na Figura 1.



**Figura 1.** Dados climáticos das regiões de Lavras (A) e Montes Claros (B) de janeiro a dezembro de 2011 em comparação com dados históricos (janeiro de 1982 a dezembro de 2011)

Fonte: Universidade Federal de Minas Gerais e Universidade Federal de Lavras (dados de 2011) e dados da rede INEP.

A região de Montes Claros (Figura 1B) possui clima mais quente e seco que Lavras (Figura 1A). Além disso, é possível observar que as variáveis da temperatura no ano de coleta dos frutos, em sua maioria, semelhantes às médias históricas (1982 a 2011), enquanto a precipitação foi superior em ambas as procedências (em comparação com os dados históricos), na maior parte do tempo. Em ambas as cidades, a estação chuvosa vai de outubro a abril, sendo a estação seca entre maio e setembro. No entanto, na região de Lavras, podem ocorrer chuvas durante a estação seca.

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS

Para as medidas de comprimento do caule e diâmetro do coleto, foram amostradas 20 repetições de uma plântula para cada procedência. Os ensaios morfológicos envolveram a coleta dos frutos antes de sua abertura, enquanto os ensaios fisiológicos foram conduzidos com sementes coletadas após a dispersão (frutos abertos). No caso dos ensaios fisiológicos, as sementes foram manualmente limpas para a remoção do arilo e colocadas em câmara climatizada a 20°C, com 60% de umidade relativa do ar (UR), até atingirem um teor de água de  $10 \pm 2\%$  em base úmida. Em seguida, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos semipermeáveis e lacrados, e mantidas em câmara fria (5 °C, 40% UR), por uma semana, quando os experimentos tiveram início.

Para as análises biométricas, as sementes foram extraídas dos frutos, e as medidas foram realizadas de forma individual. Utilizou-se um paquímetro digital para mensurar comprimento (maior medida), largura (menor medida) e espessura dos frutos. No caso das sementes, foram registradas apenas as medidas de largura (paralela ao hilo) e espessura (perpendicular ao hilo).

Adicionalmente, o teor de água (% com base no peso fresco) foi determinado, separadamente, para frutos, arilos e sementes, por meio da secagem em estufa a 103 °C por 17 horas, conforme adaptado de ISTA (2004). Tanto para frutos quanto para sementes, foram realizadas biometrias com 50 repetições de frutos ou sementes individuais de cada procedência. Conforme procedimento padrão, os testes de germinação para sementes de *C. langsdorffii* foram antecedidos por escarificação mecânica com lixa, seguida de condicionamento em rolo de papel a 25°C sob luz constante, em quatro repetições de 25 sementes, conforme descrito por Pereira *et al.* (2014). O acompanhamento do número de sementes germinadas (porcentagem de protrusão da radícula) foi realizado diariamente ao longo dos 10 dias do teste de germinação. Após 40 dias da semeadura, a porcentagem de plântulas normais foi registrada, considerando-se como normais aquelas com todas as estruturas desenvolvidas (folhas, caule e raiz primária).

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado seguindo a fórmula proposta por Maguire (1962). Na avaliação das plântulas, o comprimento do caule, da raiz primária e o diâmetro do coleto foram mensurados individualmente em 30 plântulas de cada procedência, amostradas aleatoriamente.

## 2.3 ANÁLISE DOS DADOS

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado para todos os ensaios. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e após a confirmação de uma distribuição normal, a análise estatística foi conduzida por meio de ANOVA. Caso fosse identificada influência estatística da procedência nas características avaliadas, o teste de Scott-Knott (com 5% de probabilidade) foi aplicado para a avaliação das diferenças, utilizando o software R para Windows (R Core Team 2014).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS

No que diz respeito às características dos frutos, constatou-se que o material proveniente do Cerrado de Lavras apresentou valores superiores de massa seca e fresca, teor de água, comprimento, espessura e largura em comparação com o material coletado do Cerrado de Montes Claros. Para todas as características, com exceção do teor de água, os valores mais baixos foram registrados para o Cerrado de Montes Claros. Em relação ao teor de água, não foram observadas diferenças significativas em comparação com o material proveniente da Mata Ciliar de Lavras (Tabela 1).

**Tabela 1.** Variações médias nas características morfológicas de frutos de *Copaifera langsdorffii* de diferentes procedências

	MFF (g/fruto)	MSS (g/fruto)	Cont. água (%)	Compr. (mm)	Esp. (mm)	Larg. (mm)
Cerrado (Montes Claros)	0,489 c ±0,01	0,44 c ±0,01	9,30 b ±0,31	21,01 c ±0,34	11,85 c ±0,30	15,37 c ±0,32
Cerrado (Lavras)	1,12 a ±0,03	0,97 a ±0,03	13,14 a ±0,73	25,53 a ±0,40	14,91 a ±0,20	20,00 a ±0,37
Mata Ciliar (Lavras)	0,93 b ±0,07	0,84 b ±0,03	9,45 b ±0,42	22,12 b ±0,30	14,22 b ±0,13	15,85 b ±0,21
P	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

MF = Massa fresca; MS = Massa seca; Cont. água = Conteúdo de água; Compr. = Comprimento; Esp. = Espessura; Larg. = Largura. Os valores seguidos por letras representam as médias de cada característica para cada procedência. Os valores em itálico após o símbolo "±" indicam o erro padrão das médias. As letras idênticas em uma coluna, após as médias, indicam a ausência de diferenças estatísticas entre as procedências, conforme o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação ao arilo da semente, os valores mais elevados de massa fresca e seca, e de conteúdo de água, foram observados nas sementes do Cerrado de Lavras, enquanto os valores mais baixos foram observados nas sementes do Cerrado de Montes Claros (Tabela 2).

**Tabela 2.** Variações médias nas medidas de arilo de sementes de *Copaifera langsdorffii* de diferentes procedências

	MF (g/semente)	MS (g/semente)	Água (%)*
Cerrado (Montes Claros)	0,22 c ±0,01	0,19 c ±0,01	17,32 c ±0,45
Cerrado (Lavras)	0,43 a ±0,02	0,33 a ±0,02	22,29 a ±0,71
Mata Ciliar (Lavras)	0,32 b ±0,01	0,26 b ±0,01	19,17 b ±0,28
P	<0,0001	<0,0001	0,02

MF = Massa fresca; MS = Massa seca. Os valores seguidos por letras representam as médias de cada característica para cada procedência. Os valores em itálico após o símbolo “±” indicam o erro padrão das médias. As letras idênticas em uma coluna, após as médias, indicam a ausência de diferenças estatísticas entre as procedências, conforme o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. \*Teor de água medido em base úmida.

As sementes provenientes do Cerrado de Montes Claros apresentaram menor teor de água durante a dispersão, além de serem menores em termos de espessura, massa fresca e massa seca, em comparação com as sementes de outras procedências (Tabela 3). Também foram identificadas variações significativas entre as procedências de Lavras, com as sementes do Cerrado desta região apresentando valores superiores aos das sementes provenientes da Mata Ciliar (Tabela 3).

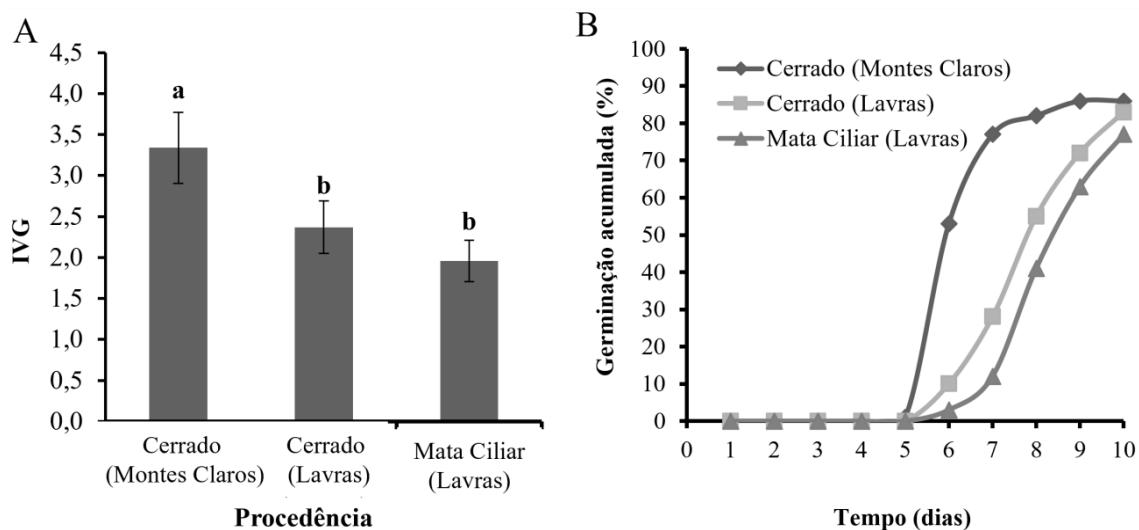
**Tabela 3.** Variações médias nas características das sementes de *Copaifera langsdorffii* em diferentes procedências

	Larg. (mm)	Esp. (mm)	MF (g)	MS (g)	Água (%)*
Cerrado (Montes Claros)	9,840 c ±0,21	6,42 c ±0,15	0,33 c ±0,01	0,29 c ±0,01	10,12 c ±0,82
Cerrado (Lavras)	12,00 a ±0,23	8,80 a ±0,12	0,59 a ±0,03	0,50 a ±0,02	14,53 b ±0,74
Mata Ciliar (Lavras)	10,46 b ±0,21	8,06 b ±0,16	0,45 b ±0,02	0,38 b ±0,02	15,77 a ±0,83
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Larg. = Largura; Esp. Espessura; MF = Massa fresca; MS = Massa seca. Os valores seguidos por letras representam as médias de cada característica para cada procedência. Os valores em itálico após o símbolo “±” indicam o erro padrão das médias. As letras idênticas em uma coluna, após as médias, indicam a ausência de diferenças estatísticas entre as procedências, conforme o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. \*Teor de água medido em base úmida.

As sementes provenientes das três procedências demonstraram taxas de germinação semelhantes ( $p = 0,18$ ;  $CV = 8,15$ ), com médias de 85%, 84% e 78%, respectivamente, para o Cerrado de Montes Claros, Cerrado de Lavras e Mata Ciliar de Lavras. No que se refere à porcentagem de plântulas normais, não foram identificadas diferenças significativas entre as procedências ( $p = 0,206$ ;  $CV = 9,55$ ), com valores observados de 79% para o Cerrado de Montes Claros e Lavras, e 72% para a Mata Ciliar de Lavras. Contudo, o índice de velocidade de germinação das sementes do Cerrado de Montes Claros foi significativamente superior ao das sementes das outras procedências ( $p < 0,0001$ ;  $CV = 13,81$ ) em Lavras (Figura).

O processo de germinação visível, caracterizado pela protrusão da radícula, teve início no sexto dia para todas as procedências. Neste momento, 53% das sementes do Cerrado de Montes Claros já haviam germinado, enquanto as demais procedências alcançaram esse valor após oito dias (Cerrado de Lavras) ou nove dias (Mata Ciliar) (Figura 2B). Quanto às dimensões das plântulas, aquelas originadas de sementes do Cerrado de Montes Claros apresentaram os maiores valores de comprimento total do caule e da raiz, enquanto os menores valores foram observados nas plântulas provenientes de sementes da Mata Ciliar de Lavras (Tabela 4).



**Figura 2.** Índice de Velocidade de Germinação (A) e Germinação Acumulada (B) em sementes de *Copaifera langsdorffii* de diferentes ambientes. Na figura A, as mesmas letras indicam que não há diferenças significativas entre as procedências das sementes, segundo teste Scott Knott ( $p \leq 0,05$ )

**Tabela 4.** Valores médios de características biométricas de plântulas de *Copaifera langsdorffii* produzidas a partir de sementes de diferentes procedências

	Diâm. coletor*	Compr. total	Compr. raiz	Compr. caule
	(mm)	(cm)	(cm)	(cm)
Cerrado (Montes Claros)	2,62 a $\pm 0,04$	13,96 a $\pm 0,43$	8,04 a $\pm 0,32$	5,91 a $\pm 0,19$
Cerrado (Lavras)	2,79 a $\pm 0,07$	13,15 b $\pm 0,42$	7,80 b $\pm 0,33$	5,35 b $\pm 0,18$
Mata Ciliar (Lavras)	2,75 a $\pm 0,04$	11,85 c $\pm 0,22$	6,90 c $\pm 0,20$	4,92 c $\pm 0,14$
P	0,24	0,012	0,08	0,012

Diâm. coletor = Diâmetro do coletor; Compr. total = Comprimento total; Comp. raiz = Comprimento da raiz; Compr. caule = Comprimento do caule. Os valores seguidos por letras representam as médias de cada característica para cada procedência. Os valores em itálico após o símbolo “ $\pm$ ” indicam o erro padrão das médias. As letras idênticas em uma coluna, indicam a ausência de diferenças estatísticas entre as procedências, conforme o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. \*Diâmetro avaliado na região de transição raiz/caule.

Mendonça *et al.* (2016) observou que o ambiente e a posição em que as sementes se formam na árvore podem influenciar suas características. As regiões de coleta das sementes apresentam variações significativas em temperatura e precipitação

pluviométrica, com a região de Montes Claros sendo mais quente e seca. As divergências nas características das sementes sob diferentes condições ambientais foram documentadas para várias espécies, evidenciando alterações não apenas físicas, mas também fisiológicas (Fenner, 1991; Hojjat, 2011; Tompset e Pritchard, 1993; Pereira et al., 2012; 2017), inclusive na produção de sementes, conforme observado em *Senna spectabilis* (Souza et al., 2007).

Altas temperaturas têm sido associadas à redução do tamanho e massa das sementes (Elwel et al., 2011; Fenner, 1991), e esses resultados podem ser explicados, em parte, pelas condições observadas nas sementes do Cerrado de Montes Claros, que apresenta temperaturas mais elevadas e baixo índice pluviométrico. Contudo, como destacado por Mendonça et al. (2016) e Guterman (2000), embora o impacto do ambiente na germinação seja real, não segue um padrão definido, tornando impossível prever o efeito ambiental sobre as características das sementes. Assim, a necessidade de estudos específicos para cada espécie se faz essencial.

É relatado para *C. langsdorffii* uma produção de sementes supra-anual (Costa et al., 2016), caracterizada por um ano de alta produção seguido de anos de pouca ou nenhuma produção. Estudos anteriores (Souza e Fagundes, 2017; Souza et al., 2015) destacaram que esse comportamento supra-anual influencia tanto o tamanho quanto a quantidade de sementes, fatores cruciais para explicar as diferenças entre as procedências. No entanto, é fundamental não isolar o aspecto supra-anual, pois, como mencionado anteriormente, o ambiente exerce influência sobre a produção e a fisiologia das sementes (Fenner, 1991; Tompset; Pritchard, 1993). Dessa forma, a interação entre o comportamento supra-anual e as condições ambientais durante o período de produção de sementes desempenha um papel significativo na biometria das sementes.

A correlação entre tamanho da semente e sua qualidade fisiológica (germinação e vigor) é estudada especialmente em espécies cultivadas visando estabelecer técnicas de beneficiamento que otimizam a qualidade do lote (Bianchii et al., 2022). Porém, a correlação entre tamanho da semente e sua qualidade fisiológica não segue um padrão único. Em soja, Bianchi et al. (2022) observaram maior germinação e vigor em sementes grandes, quando comparadas com sementes pequenas. Isso foi relatado para *Brassica napus* por (Harker et al. 2017). Em tais estudos, assim como mencionado por Ambika et al. (2014) para espécies cultivadas, a seleção de sementes maiores é recomendada para fins de obter melhor desempenho no campo.

Por outro lado, há poucos estudos recentes no tocante à qualidade fisiológica de sementes nativas em função de seu tamanho. Bischoff et al. (2006) não identificaram correlação entre o tamanho de sementes e a germinação em *Cichorium intybus* e *Origanum vulgare*, enquanto observaram uma correlação negativa em *Echium vulgare*. Para *C. langsdorffii* já foi relatada correlação entre o tamanho das sementes e a germinação por Souza e Fagundes (2014), em que se observou germinação mais rápida em sementes maiores.

Embora o tamanho da semente seja um fator crucial na germinação de sementes de *C. langsdorffii*, essa característica é sensível às condições de procedência (Guterman, 2010; Noleto et al., 2010; Santana et al., 2016). Gomes et al. (2023) associaram o tamanho reduzido de sementes de *Anadenanthera colubrina* a uma estratégia de plantas em condições de seca. Neste relato, sementes produzidas sob tais

condições eram menores e germinavam mais rapidamente. Este relato pode ser a explicação dos resultados observados no presente estudo, considerando a maior ocorrência de secas em Montes Claros.

Neste estudo, a semelhança estatística na porcentagem de germinação, mas com diferenças na velocidade, pode ser atribuída ao tamanho da semente, conforme relatado por Souza e Fagundes (2014), que é resultado do clima mais quente observado em Montes Claros (Gomes *et al.* 2023). Portanto, é crucial considerar tanto a procedência quanto o tamanho das sementes no processo de germinação.

A germinação rápida de sementes menores é mencionada como uma vantagem ecológica para a espécie. (Baskin; Baskin, 2014). Esta característica permite o rápido aproveitamento das condições e recursos favoráveis do ambiente reduzindo a competição com sementes de germinação lenta (Loha *et al.*, 2006), o que indica uma vantagem competitiva na rápida germinação apresentada por sementes menores.

Entretanto, a vantagem da característica (sementes menores ou maiores) dependerá do ambiente. Por exemplo, em situações de predação, as sementes maiores são preferidas para consumo, enquanto as menores são deixadas intactas. No entanto, na ausência de predadores, o tamanho maior é vantajoso, permitindo que as sementes permaneçam por mais tempo no solo e germinem em percentagens mais elevadas (Eriksson *et al.*, 1999).

Apesar de os efeitos nas temperaturas e na disponibilidade de água serem fatores relevantes, outras variáveis também influenciam nas mudanças das características de uma espécie. A duração do dia, a fertilidade do solo, o impacto de predadores e a genética da espécie podem afetar o fenótipo (Fenner, 1991), resultando em diferenças nas características das sementes, em função da procedência. Essas variações foram observadas no presente estudo, evidenciadas pelas diferenças no tamanho das sementes, na germinação e na presença de inibidores de germinação em sementes de *C. langsdorffii*. Assim, a redução do tamanho das sementes em ambientes mais quentes e secos tem implicações ecológicas significativas, favorecendo a sobrevivência das plântulas e seu estabelecimento durante o curto período chuvoso, devido à aceleração da velocidade de germinação e ao consequente desenvolvimento mais rápido das plântulas.

## 4 CONCLUSÃO

No presente estudo, foram observadas diferenças nas dimensões dos frutos, sementes de *C. langsdorffii*, bem como no teor de água de sementes entre diferentes procedências.

Sementes produzidas em Montes Claros, além de menores, tem maior vigor, evidenciado pelo maior IVG e crescimento das plântulas.

É importante observar a procedência das sementes e seu tamanho durante a coleta, de forma a obter maior vigor das sementes e desenvolvimento das plantas.

## REFERÊNCIAS

- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds-Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination**. 2nd ed. New York: Academic Press, 2014.
- BIANCHI, M. C.; VILELA, N. J. D.; CARVALHO, E. R.; PIRES, R. M. O.; SANTOS, H. O.; BRUZI, A. T. Soybean seed size: how does it affect crop development and physiological seed quality? **Journal of Seed Science**, v. 44, e202244010, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v44255400>.
- BISCHOFF, A.; VONLANTHEN, B.; STEINGER, T.; MÜLLER-SCHÄRER, H. Seed provenance matters effects on germination of four plant species used for ecological restoration. **Basic and Applied Ecology**, v. 7, n. 4, p. 347-359, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2005.07.009>.
- BOCCHESE, R. A.; FERNANDES, R. M.; AZEREDO, S. R. V. Comunidade arbórea em cerradão na bacia do rio verde, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 17, n. 2, p. 91-102, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5216/rbn.v17i2.63042>.
- CAMPOS, T. S.; SOUZA, A. M. B.; VIEIRA, G. R.; PIVETTA, K. F. L. Aspectos biométricos dos frutos e diásporos de Mauritia flexuosa provenientes do Cerrado brasileiro. **Ciência Florestal**, v. 33, n. 1, p. 1-16, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509866896>.
- CHANG, G.; XIAO, Z.; ZHANG, Z. Hoarding decisions by Edward's long-tailed rats (*Leopoldamys edwardsi*) and South China field mice (*Apodemus draco*): the responses to seed size and germination schedule in acorns. **Behavioural Processes**, v. 82, n. 1, p. 7-11, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2009.03.002>.
- COSTA, J. A. S. *Copaifera* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22896>. Acesso em: 08 fev. 2024.
- COSTA, F. V.; QUEIROZ, A. C. M.; MAIA, M. L. B.; REIS JÚNIOR, R.; FAGUNDES, M. Resource allocation in *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae): how supra-annual fruiting affects plant traits and herbivory? **Revista de Biología Tropical**, v. 64, n. 2, p. 507-520, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i2.18586>.
- ERIKSSON, O. Seed size variation and its effect on germination and seedling performance in the clonal herb *Convallaria majalis*. **Acta Oecologica**, v. 20, n. 1, p. 61-66, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(99\)80016-2](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(99)80016-2).
- FENNER, M. The effects of the parent environment on seed germinability. **Seed Science Research**, v. 1, n. 2, p. 75-84, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258500000696>.
- FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Caderno Didático nº2. Santa Rosa: ANORGS, 2014.

GOMES, S. E. V.; GOMES, R. A.; DANTAS, B. F. Climate and seed size of a dry forest species: influence on seed production, physiological quality, and tolerance to abiotic stress. **Journal of Seed Science**, v. 45, p. e202345013, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v45264166>.

GUTTERMAN, Y. Maternal effects on seeds during development. In: Fenner M, editor. Seeds: the ecology of regeneration in plant Communities. CABI, 2000.

HARKER K. N.; DONOVAN, J. T. O.; SMITH E. G.; SMITH, E. G.; JOHNSON, E. N.; PENG, G.; WILLENBORG, C. J. ; GULDEN, R. H.; MOHR, R. M.; GILL, K. S.; WEBER, J. D.; ISSAH, G. Canola growth, production, and quality are influenced by seed size and seeding rate. **Canadian Journal of Plant Science**, v.97, n. 3, p. 438-448, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0215>.

HOJJAT, S. S. Effects of seed size on germination and seedling growth of some Lentil genotypes (*Lens culinaris* Medik.). **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, v. 3, n. 1, p.1-5, 2011.

ISTA. **International rules for seed testing**. Bassesdorf: The International Seed Testing Association, 2004.

LOHA, A.; TIGABU, M.; TEKETAY, D.; LUNDKVIST, K.; FRIES, A. Provenance variation in seed morphometric traits, germination, and seedling growth of *Cordia africana* Lam. **New Forests**, v. 32, n.1, p.71-86, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-005-3872-2>.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>.

MENDONÇA, A. V. R.; FREITAS, T. A. S.; SOUZA, L. S.; FONSECA, M. D. S.; SOUZA, J. S. Morfologia de frutos e sementes e germinação de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, comb. Nov. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 375-387, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509822738>.

NOLETO, L. G.; PEREIRA, M. D. F. R.; AMARAL, L. I. V. D. Alterações estruturais e fisiológicas em sementes de *Copaifera Langsdorffii* DESF. - Leguminosae-Caesalpinoideae submetidas ao tratamento com hipoclorito de sódio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 45-52, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000100005>.

PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F. A. M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.-Leguminosae, Caesalpinoideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 4, p. 183-194, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000200007>.

PEREIRA, W. V. S. FARIA, J. M. R.; TONETTI, O. A. O.; SILVA, E. A. A. Desiccation tolerance of *Tapirira obtusa* seeds collected from different environments. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 388-396, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222012000300005>.

PEREIRA, W. V. S.; FARIA, J. M. R.; TONETTI, O. A. O.; SILVA, E. A. A. Loss of desiccation tolerance in *Copaifera langsdorffii* Desf. seeds during germination. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 2, p. 501-508, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.19712>.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2014.

SANTANA, D. G.; LOBO, G. A.; SALOMÃO, A. N.; PEREIRA, V. J. Robustness of germination analysis methods for *Copaifera langsdorffii* Desf. (Fabaceae) seeds. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 1, p. 160-172, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v32n1a2016-29425>.

SANTOS, M. O.; CAMILO, C. J.; MACEDO, J. G. F.; LACERDA, M. N. S.; LOPES, C. M. U.; RODRIGUES, A. Y. F.; COSTA, J. G. M.; SOUZA, M. M. A. *Copaifera langsdorffii* Desf.: Uma revisão química e farmacológica. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 39, 102262, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102262>.

SOUZA, M. L.; FAGUNDES, M. Seed predation of *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae): a tropical tree with supra-annual fruiting. **Plant Species Biology**, v. 32, n. 1, p. 66-73, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12128>.

TOMPSET, P. B.; PRITCHARD, H. W. Water status during development in relation to the germination and desiccation tolerance of *Aesculus hippocastanum* L. seeds. **Annals of botany**, v.71, n. 2, p. 107-116, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1006/anbo.1993.1014>.