



Morfobiometria de frutos, sementes e plântulas de *Khaya grandifoliola*

Marcos Lopes de Campos¹, Andréia Márcia Santos de Souza David¹, Deyvisson Rodrigues Pinto¹, Ruthelly Viereca Sena Rocha¹, Franson Ronner Pereira Alves¹, Josiane Cantuária Figueiredo², Eliene Almeida Paraizo^{1*}

¹Universidade Estadual de Montes Claros, Avenida Reinaldo Viana, 2630, Bairro Bico da Pedra, C.P. 91, CEP 39440-000, Janaúba, MG, Brasil

²Instituto Federal de Santa Catarina, Rua Heitor Villa Lobos, até 1398/1399, São Francisco, CEP 88506-400, Lages, SC, Brasil

*Autor correspondente:
elieneparaizolik@hotmail.com

Termos para indexação:

Mogno-africano
Biometria
Desenvolvimento

Index terms:

African mahogany
Biometry
Development

Histórico do artigo:

Recebido em 22/02/2021
Aprovado em 03/04/2023
Publicado em 26/10/2023

Resumo - Objetivou-se neste trabalho realizar a caracterização morfobiométrica de frutos, sementes e plântulas de *Khaya grandifoliola*. Os frutos foram caracterizados pela avaliação do comprimento, diâmetro e espessura do pericarpo, e as sementes pelo comprimento, largura, espessura, peso de 1.000 sementes e grau de umidade. Foi também analisada a morfologia da germinação e das plântulas. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva e as sementes agrupadas em classes, por meio de uma distribuição de frequência, conforme o seu comprimento. Os frutos de *K. grandifoliola* são do tipo cápsula com deiscência longitudinal, polispérmicos, com aproximadamente 48 sementes de predominância intermediária e forma achatada, com leve extensão no tegumento e levemente alada. As sementes possuem comprimento variando de 19,84 a 38,31 mm, largura de 18,10 a 20,77 mm e espessura de 2,25 a 2,82 mm, peso de 1.000 sementes de 274,12 g e grau de umidade de 6,8%. A protrusão da raiz primária é visível a partir do quinto dia após a semeadura, e a germinação é do tipo hipógea criptocotiledonar, com formação de plântulas aos 14 dias, com folhas primárias de coloração verde-avermelhada. Os resultados obtidos são importantes para auxiliar na definição de metodologias e futuros acréscimos nas RAS sobre *K. grandifoliola*.

Morphobiometry of fruits, seeds and seedlings of *Khaya grandifoliola*

Abstract - The objective of this work was to carry out the morphobiometric characterization of fruits, seeds and seedlings of *Khaya grandifoliola*. The fruits were characterized by evaluating length, diameter and thickness of the pericarp, and the seeds by length, width, thickness, weight of 1,000 seeds and moisture content. Germination and seedling morphology were also analyzed. The data were submitted to descriptive statistical analysis and the seeds grouped into classes, through a frequency distribution, according to their length. The fruits of *K. grandifoliola* are capsule-type with longitudinal dehiscence, polyspermic, with approximately 48 seeds of intermediate predominance and flattened shape, with a slight extension in the tegument and slightly winged. The seeds vary in length from 19.84 to 38.31 mm, width from 18.10 to 20.77 mm and thickness from 2.25 to 2.82 mm, weight of 1,000 seeds was 274.12 g and moisture content was 6.8%. Primary root protrusion is visible from the fifth day after sowing, and germination is of the cryptocotyledon hypogeal type, with seedling formation at 14 days, with reddish-green primary leaves. The results obtained are important to support methodologies definition and future additions to the RAS on the *K. grandifoliola* species.



Introdução

Em função da crescente conscientização sobre preservação ambiental e da criação de leis que disciplinam a ação humana sobre os recursos florestais nativos, o interesse pelo cultivo de espécies florestais exóticas cresceu substancialmente no Brasil como alternativa para recuperação de áreas degradadas e para produção de madeira para atendimento a diversos usos de maior valor agregado (Castro et al., 2008; Brighenti & Muller, 2014). Isso se deve ao rápido crescimento de algumas espécies exóticas, com mais curta rotação em relação às espécies florestais nativas brasileiras e, igualmente, com características tecnológicas nobres da madeira. Neste cenário, destaca-se *Khaya grandifoliola* C. DC, uma das espécies popularmente conhecidas como mogno-africano, por possuir madeira nobre, com comercialização consolidada em vários países e em processo de consolidação também no mercado interno brasileiro (Ferraz Filho et al., 2021). A madeira dessa espécie tem sido empregada para uso diversificado na indústria moveleira, naval, construção civil, confecção de painéis e laminados, entre outros (Pinheiro et al., 2011; Reis et al., 2019).

Em conjunto à expansão de plantios de mogno-africano em território brasileiro, surgiu a necessidade de pesquisas e geração de conhecimentos técnico-científicos para o aperfeiçoamento e desenvolvimento das potencialidades do seu sistema de produção, englobando desde a obtenção das sementes até o uso final da madeira (Ribeiro et al., 2017; Soranso et al., 2018). Neste contexto, é fundamental a geração de informações sobre a biometria de frutos e sementes, bem como o conhecimento da morfologia, da biologia reprodutiva e do desenvolvimento das plântulas, de modo a subsidiar e padronizar a germinação e a produção de mudas (Oliveira, 1993; Leonhardt et al., 2008; Gurgel et al., 2012).

As pesquisas com *K. grandifoliola* também necessitam ser ampliadas no que se refere à produção de sementes e à avaliação da sua qualidade (Carvalho et al., 2016; Oliveira Junior et al., 2016; Lustosa et al., 2020; Silva et al., 2021), uma vez que não existem informações sobre esta espécie nas Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização morfobiométrica de frutos, sementes e plântulas de *K. grandifoliola*.

Material e métodos

Origem e obtenção dos frutos e das sementes

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), campus Janaúba, MG. Os frutos de *Khaya grandifoliola* foram coletados de árvores matrizes no primeiro semestre de 2019, em área da Empresa Foco Agropecuária, sediada no município de Nova Porteirinha, MG (15°47'50" S, 43°18'31" W e altitude média de 516 m). O clima da região é tropical, caracterizado por verão chuvoso e inverno seco, do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen & Geiger (1928).

As sementes foram coletadas no solo, após atingirem a maturidade fisiológica e deiscência dos frutos, conforme protocolo de coleta utilizado pela referida empresa. Após a coleta, as sementes foram beneficiadas manualmente, homogeneizadas e usadas nas análises.

Morfobiometria dos frutos

Foram usados, aleatoriamente, 40 frutos para as determinações biométricas, sendo avaliados o comprimento, o diâmetro e a espessura com o auxílio de um paquímetro digital de precisão (0,01 mm). O comprimento foi medido da base até o ápice, o diâmetro na linha equatorial e a espessura do pericarpo na linha mediana do fruto. O peso dos frutos e o número de sementes por fruto foram tomados a partir da média aritmética de quatro repetições contendo 10 frutos, sendo o peso determinado com o auxílio de uma balança de precisão (0,001 g) e os resultados expressos em gramas.

Para a descrição da morfologia, foram utilizados os mesmos 40 frutos das determinações biométricas, considerando-se os aspectos externos e internos, com base em aspectos visuais dos frutos, seguindo as descrições botânicas e organográficas propostas por Vidal & Vidal (2000). Os caracteres avaliados foram: classificação do tipo, formato, número de lóbulos, deiscência, quantidade de sementes e cor.

Morfobiometria de sementes

Para avaliação da biometria das sementes, efetuou-se a análise de 16 subamostras contendo 25 sementes cada, totalizando um lote de 400 sementes. Para cada semente, foram mensurados: comprimento, largura e espessura com o auxílio de um paquímetro digital de precisão (0,01 mm). O comprimento foi considerado como a região compreendida entre a porção basal e a

apical da semente, enquanto a largura e a espessura foram tomadas na parte mediana da semente, com resultados expressos em mm.

Para a caracterização morfológica, foram utilizadas as mesmas 400 sementes das determinações biométricas, sendo considerados os aspectos externos visuais, seguindo as descrições botânicas e organográficas propostas por Vidal & Vidal (2000). Foram avaliados os aspectos externos da semente, formato e cor.

Análises físicas

Nas análises físicas foram mensurados os caracteres: peso de 1.000 sementes e grau de umidade. O peso de 1.000 sementes foi determinado a partir da contagem de oito subamostras de 100 sementes tomadas ao acaso e pesadas em balança de precisão (0,001 g), de acordo a metodologia descrita nas Regras de Análises de Sementes (Brasil, 2009). O Grau de umidade foi determinado conforme o método padrão da estufa a 105 °C por 24 h (Brasil, 2009), utilizando-se quatro repetições de 25 sementes (peso médio de 25 sementes = 6,8 g). Os resultados foram calculados com base no peso úmido das sementes e expressos em porcentagem.

Caracterização da germinação e de plântulas

Para avaliar e caracterizar o processo germinativo, as sementes foram semeadas em substrato de rolo de papel umedecido, com volume de água destilada equivalente a 2,5 do peso do substrato seco (Brasil, 2009), utilizando cinco repetições de 50 sementes. Na sequência, o material em análise foi incubado em germinador a 30 °C, com luz constante durante um período de 20 dias, onde

se procedeu as avaliações diárias do crescimento e do desenvolvimento das plântulas, sendo consideradas como germinadas as sementes com emissão de raiz primária superior a 2 mm de comprimento.

As ilustrações das fases iniciais da germinação foram desenhadas manualmente, a partir das observações do desenvolvimento das plântulas, com detalhes observados em lupa binocular.

Análise estatística

Os dados biométricos foram submetidos à análise estatística descritiva por meio do cálculo da média, do desvio padrão e do erro padrão da média. As sementes foram agrupadas em classes, determinadas por meio de uma distribuição de frequência dos seus comprimentos em: pequenas, intermediárias e grandes.

Resultados

Os frutos de *Khaya grandifoliola* são do tipo cápsula, formato globular, com média de cinco lóculos e polispermia quanto à quantidade de sementes produzidas, pericarpo seco e deiscência longitudinal, abrindo-se de forma natural do ápice para a base, quando atingem a maturidade fisiológica (Figura 1).

O comprimento médio dos frutos variou de 54,5 mm a 58,2 mm, o diâmetro de 68,5 mm a 73,1 mm e a espessura do pericarpo de 13,0 mm a 14,5 mm. O número de sementes por fruto variou de 33 a 60 e o peso variou entre 137,3 g e 158,7 g (Tabela 1), demonstrando pequenas variações nas dimensões sobre o peso dos frutos.

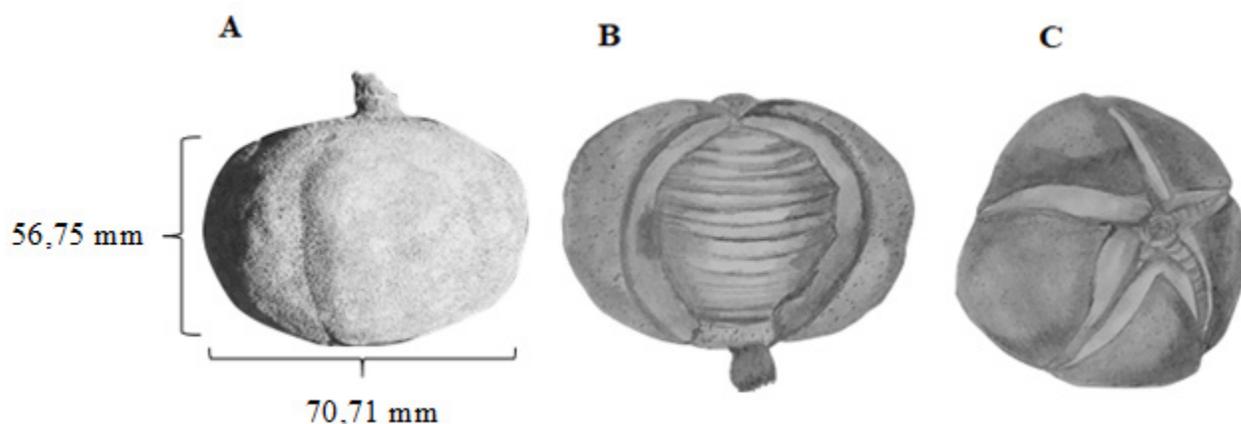


Figura 1. Fruto fechado de *Khaya grandifoliola* (A), fruto com abertura, demonstrando a disposição das sementes no lóculo (B) e fruto em início da deiscência (C). Ilustração: Marcos Lopes de Campos

Figure 1. Closed fruit of *Khaya grandifoliola* (A), fruit with opening showing the arrangement of seeds in the locule (B) and fruit at the beginning of dehiscentence (C). Illustration: Marcos Lopes de Campos

O comprimento das sementes de *K. grandifoliola* variou de 19,84 mm a 38,31 mm, a largura de 18,10 mm a 20,77 mm e a espessura de 2,25 mm a 2,82 mm (Tabela 2). Esses resultados caracterizam as sementes como achatadas, com leve extensão no tegumento, com forma alada em torno das suas margens (Figura 1A).

O grau de umidade das sementes *K. grandifoliola* variou de 6,6% a 6,9% e o peso de 1.000 sementes variou de 260 g a 285 g. O peso médio de 1.000 sementes permite inferir que tem, aproximadamente, 3.650 sementes kg⁻¹.

A composição do lote de sementes foi caracterizada de acordo com a frequência relativa, sendo que a maior parte se encontrava na classe de sementes intermediárias (Tabela 3).

A germinação visível, caracterizada pela protrusão da raiz primária, ocorreu a partir do quinto dia após a

semeadura (Figura 2), em 32% das sementes germinadas. O sistema radicular é pivotante, com raiz primária axial mais espessa na base e afilada no ápice, sendo observada a emissão de raízes secundárias a partir do oitavo dia de avaliação. O surgimento do epicótilo, glabro e com coloração verde-avermelhado, foi evidenciado a partir do 11º dia após a semeadura e o surgimento do eófilo, após alongamento do epicótilo, a partir do 14º dia de avaliação, com coloração verde-avermelhado e glabro.

A taxa média de desenvolvimento radicular das plântulas foi de 0,61 cm dia⁻¹, com 9,83 cm de sistema radicular da raiz principal e 14,16 cm de parte aérea no 20º dia de avaliação, conferindo um comprimento médio de plântulas de aproximadamente 24 cm (Figura 2).

Tabela 1. Comprimento (CF), diâmetro (DF) e espessura do pericarpo (EP), número de sementes por fruto (NSF) e peso do fruto (PF) de *Khaya grandifoliola*.

Table 1. Fruit length (CF), diameter (DF) and thickness of the pericarp (EP), number of seeds per fruit (NSF) and fruit weight (PF) of *Khaya grandifoliola*.

Parâmetros	CF (mm)	DF (mm)	EP (mm)	NSF	PF (g)
Média	56,75	70,71	13,63	48,32	148,32
Coefficiente de variação (%)	3,02	2,87	4,69	4,15	6,99
Erro padrão da média	0,86	1,01	0,32	1,00	5,18

Tabela 2. Comprimento (CS), largura (LS), espessura (ES), peso de 1.000 sementes (P1000) e grau de umidade (GU) de sementes de *Khaya grandifoliola*.

Table 2. Length (CS), width (LS), thickness (ES), weight of 1000 seeds (P1000) and moisture content (GU) of seeds of *Khaya grandifoliola*.

Parâmetros	CS (mm)	LS (mm)	ES (mm)	P1000 (g)	GU (%)
Média	28,19	19,42	2,55	274,12	6,80
Coefficiente de variação(%)	3,61	3,55	6,07	2,88	2,01
Erra padrão da média	0,25	0,17	0,04	0,28	0,07

Tabela 3. Classes de sementes de *Khaya grandifoliola* com base no comprimento (mm).

Table 3. *Khaya grandifoliola* seed classes based on length (mm).

Classe	Intervalo	Frequência	Frequência relativa (%)
Pequenas	19,84 I--- 26,00	89	22,25
Intermediárias	26,00 I--- 32,15	274	68,50
Grandes	32,15 I--- 38,31	37	9,25
Total	-	400	100

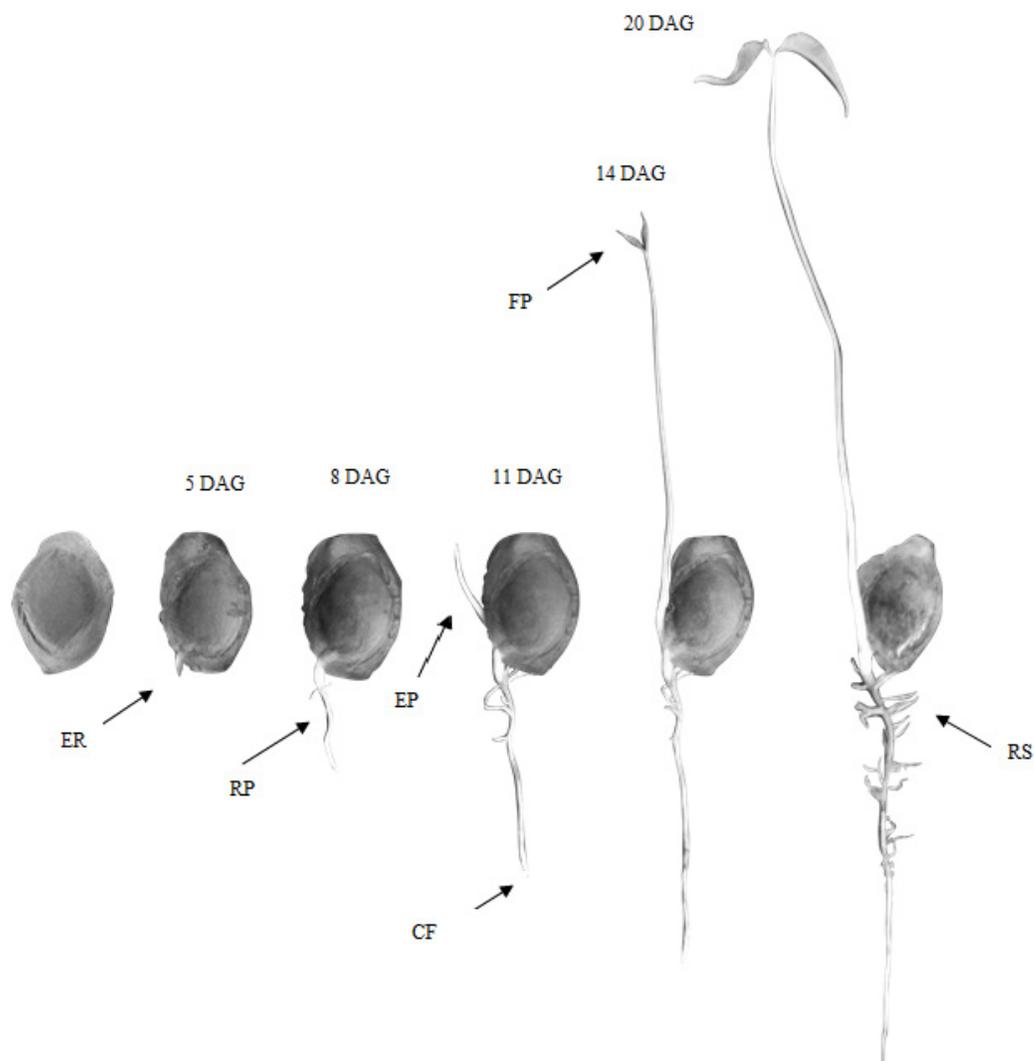


Figura 2. Germinação e desenvolvimento de plântula de *Khaya grandifoliola* avaliada durante 20 dias após a emergência (DAG), com protrusão de raiz primária axial aos cinco dias e emissão de raízes secundárias no oitavo dia, epicótilo no 11º dia, primeiro par de folhas verdadeiras no 14º dia, plântula formada no 20º dia, caracterizada pela expansão dos eófilos e aumento do número de raízes secundárias. ER = emissão da radícula; RP = raiz primária/principal; RS = raiz secundária; CF = coifa; EP = epicótilo e FP = folhas primárias. Ilustração: Marcos Lopes de Campos

Figure 2. Germination and seedling development of *Khaya grandifoliola* evaluated during 20 days after emergence (DAG), with root protrusion at five days, axial primary root, and emission of secondary roots on the 8th day, epicotyl on the 11th day, first pair of true leaves on the 14th day, seedling formed on the 20th day, characterized by the expansion of eophylls and increase in secondary roots. ER = radicle emission; RP = primary/main root; RS = secondary root; CF = hood; EP= epicotyl and FP = primary sheets. Illustration: Marcos Lopes de Campos

Discussão

Os frutos e as sementes de *Khaya grandifoliola* apresentaram características semelhantes àquelas descritas por Opuni-Frimpong (2008). De acordo com esse autor, os frutos de *K. grandifoliola* consistem

em cápsulas lenhosas e eretas, e com coloração marrom-acinzentada, com cinco valvas deiscuentes. Os frutos são compostos por muitas sementes, que apresentam formato de disco ou quadrangular, bastante achatadas, estreitamente aladas em toda a margem, e de cor castanha.

O tamanho da semente (dimensões) é uma característica importante do ponto de vista da classificação, para determinação da qualidade fisiológica, e é comumente utilizada na avaliação de sementes de diferentes espécies vegetais (Frazão et al., 2011). As sementes maiores, por exemplo, são geralmente bem nutridas durante o desenvolvimento, possuem embriões bem formados e maiores quantidades de substâncias de reserva, sendo conseqüentemente mais vigorosas (Carvalho & Nakagawa, 2012). No presente estudo, as sementes de *K. grandifoliola* foram classificadas, em maioria, como intermediárias, quando considerados seus comprimentos.

O peso de 1.000 sementes pode ser utilizado para calcular o número de sementes por embalagem e o peso da amostra de trabalho para análise de pureza, quando não especificado nas RAS (Brasil, 2009). O número médio de sementes de *K. grandifoliola* é de 3.000 kg⁻¹ a 5.000 kg⁻¹ (Praciak et al., 2013). No presente trabalho, o número médio foi de 3.648 kg⁻¹. É importante notar que os valores estimados de número de sementes dessa espécie, deve considerado tamanho (pequenas, médias e grandes), equivalendo a 2.917 kg⁻¹, 2.692 kg⁻¹ e 2.188 kg⁻¹, respectivamente (Nunes et al., 2019).

O peso da semente está relacionado ao processo de maturação, estando associado ao desenvolvimento da semente e ao número e tamanho das células do embrião, endosperma e tegumento (Ohto et al., 2009). O peso da semente é fortemente influenciado pela diversidade genética das espécies, especialmente das genitoras (Li et al., 2011).

O grau de umidade está diretamente relacionado ao peso de 1.000 sementes (Brasil, 2009), podendo variar de acordo com as condições do local de coleta, idade e maturidade das sementes. Nesse sentido, o grau de umidade encontrado neste estudo denota a variação significativa dessa característica de acordo com o ambiente e estágio de maturação, uma vez que Silva et al. (2020), ao trabalharem com sementes da mesma espécie em condições semelhantes, obtiveram um grau de umidade médio de 6,6%.

De maneira geral, as sementes de *K. grandifoliola* apresentaram baixo grau de umidade após a colheita, o que sugere comportamento ortodoxo ou intermediário de armazenamento (Roberts, 1973; Ellis et al., 1990). Entretanto, são necessários estudos envolvendo baixas temperaturas por tempo prolongado para sua diferenciação (Hong & Ellis, 1996). Segundo Praciak et al. (2013), a melhor temperatura de armazenamento

foi 15 °C, em estudo que considerou um intervalo de teste entre 5 °C e 18°C, ou seja, apresenta sensibilidade ao frio, o que sugere comportamento intermediário de armazenamento.

O grau de umidade das sementes influencia diretamente vários aspectos de sua qualidade fisiológica (ponto ideal de colheita, armazenamento, suscetibilidade ao ataque de pragas e danos mecânicos), por isso a sua determinação é fundamental em testes oficiais de qualidade de lotes de sementes (Sarmento et al., 2015).

A germinação teve início a partir do quinto dia após a semeadura, com a emissão da raiz primária, com 32% de sementes germinadas. No sexto, sétimo e oitavo dias após a semeadura, foram observadas 56%, 88% e 90% de sementes germinadas, respectivamente, e já com a emissão de raízes secundárias. A partir do nono dia após a semeadura ocorreu estabilidade na germinação em 92%, seguindo a partir de então apenas o desenvolvimento das plântulas. Aos 20 dias após a semeadura, as plântulas estavam com comprimento médio de 24 cm.

A germinação apresentou valor semelhante ao considerado como padrão para a espécie, segundo Praciak (2013). As plântulas apresentaram bom desenvolvimento, o que indica que as condições (substrato rolo de papel e temperatura do germinador 30 °C constante) foram satisfatórias para avaliar a germinação e desenvolvimento de plântulas em laboratório. A porcentagem de germinação e o desenvolvimento de plântulas do presente trabalho foram maiores que os observados por Carvalho et al. (2016), os quais avaliaram os substratos mata-borrão, papel filtro e vermiculita na germinação e crescimento de plântulas de *K. ivorensis* (mogno-africano). No referido trabalho, os autores relataram germinação de 86%, 56 % e 72 %, para os substratos mata-borrão, papel filtro e vermiculita, respectivamente.

A germinação em que os cotilédones não emergem do tegumento da semente e permanecem no interior do mesmo, abaixo da superfície do solo, até o final do processo, é caracterizada como hipógea criptocotiledonar (Duke, 1965). Portanto, os resultados do presente estudo reiteram que a germinação de sementes de *K. grandifoliola* é do tipo hipógea criptocotiledonar (Figuras 2D e 2E), corroborando com o observado por Opuni-Frimpong (2008).

O reconhecimento de espécies em fase inicial pode ser facilitada pela coloração dos brotos apicais. As colorações avermelhadas nos brotos apicais de *K. ivorensis* e *K. grandifoliola* são atribuídas às concentrações de

antocianina, enquanto nas espécies *K. senegalensis* e *Swietenia macrophylla* (mogno-brasileiro), os brotos apicais são esverdeados (Albuquerque et al., 2011).

A caracterização biométrica e morfológica de frutos, sementes e plântulas de *K. grandifoliola* fornece subsídios importantes para discriminação e reconhecimento da espécie. Para o gênero *Khaya*, as características morfológicas são semelhantes e de difícil distinção em campo (Lawal et al., 2016; Pakull et al., 2019; Dipelet et al., 2019), sendo que o uso da morfobiometria em estágio inicial de desenvolvimento garante a produção de mudas idôneas e de interesse comercial. Segundo Mezzonato-Pires (2017), esses estudos são também uma ferramenta para a delimitação de táxons com fronteiras morfológicas conflitantes, o que contribui de forma valiosa para outras pesquisas na área biológica e agrícola.

Conclusões

Os frutos de *Khaya grandifoliola* são do tipo cápsula com deiscência longitudinal, polispérmicos. As sementes são achatadas, com leve extensão no tegumento de forma alada. A protrusão da radícula é visível a partir do quinto dia após a semeadura e a germinação é do tipo hipógea, com formação de plântulas, aos 14 dias.

Os resultados obtidos são importantes para auxiliar na definição de metodologias e futuros acréscimos nas regras de análise de sementes específica para *K. grandifoliola*.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro e concessão de bolsas de estudo.

Conflito de interesses

Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Contribuição de autoria

Marcos Lopes de Campos: Conceituação; curadoria de dados; análise formal; investigação; metodologia; escrita - primeira redação.

Andréia Márcia Santos de Souza David: Análise formal, investigação; metodologia; supervisão.

Deyvisson Rodrigues Pinto: Conceituação; curadoria de dados; análise formal; investigação; metodologia; escrita - primeira redação.

Ruthelly Viereca Sena Rocha: Curadoria de dados, análise formal; investigação; metodologia.

Franson Ronner Pereira Alves: Investigação; metodologia.

Josiane Cantuária Figueiredo: Investigação; metodologia; escrita – revisão e edição.

Eliene Almeida Paraizo: Investigação; metodologia; escrita – revisão e edição.

Referências

Albuquerque, C. P. et al. **Levantamento bibliográfico sobre mogno africano.** 2011. 24 p. Disponível em: [https://silotips/download/levantamento-bibliografico-sobre-mogno-africano#:~:text=Segundo%20estimativas%2C%20uma%20%20C3%A1rvore%20de,reflorestadores%20no%20Estado%20do%20Par%C3%A1](https://silotips/download/levantamento-bibliografico-sobre-mogno-africano#:~:text=Segundo%20estimativas%2C%20uma%20%20C3%A1rvore%20de,reflorestadores%20no%20Estado%20do%20Par%C3%A1.). Acesso em: 31 jul. 2019.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília, DF: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399 p.

Brightenti, A. M. & Muller, M. D. Tolerância de plantas de *Khaya ivorensis* e *Toona ciliata* a herbicidas. **Floresta**, v. 44, n. 4, p. 747-754, 2014. <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v44i4.32176>.

Castro, A. C. et al. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2395-2402, 2008.

Carvalho, J. C. de et al. Efeito de tratamentos pré-germinativos e substratos na germinação e crescimento de plântulas de mogno-brasileiro e africano. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 3, p. 84-88, 2016. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n3p84-88>.

Carvalho, N. M. & Nakagawa, J. **Sementes:** ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

Dipelet, U. G. B. et al. Des confusions entre espèces préjudiciables à la gestion durable des essences forestières: l'exemple des acajous d'Afrique (*Khaya*, Meliaceae). **Bois et Forêts des Tropiques**, v. 339, p. 17-32, 2019. <http://dx.doi.org/10.19182/bft2019.339.a31714>.

Duke, J. A. Keys for the identification of seedlings of some preeminent wood species in eight forest types in Puerto Rico. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 52, n. 3, p. 314-350, 1965. <http://dx.doi.org/10.2307/2394796>.

Ellis, R. H. et al. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, v. 41, n. 9, p. 1167-1174, 1990. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/41.9.1167>.

- Ferraz Filho, A. C. et al. African mahogany plantation highlights in Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 28, n. 3, e20200081, 2021. <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLODRAM-2020-0081>.
- Frazão, D. A. C. et al. **Morfologia vegetal**: organografia e dicionário ilustrado de morfologia de plântulas vasculares. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011. 416 p.
- Gurgel, E. S. C. et al. Morfologia de plântulas de Leguminosae e o potencial sistemático. **Rodriguésia**, v. 63, n. 1, p. 65-73, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S2175-78602012000100006>.
- Hong, T. D. & Ellis, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 62 p. (IPGRI. IPGRI Technical Bulletin, 1.). Disponível em: https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/learning_space/technicalbulletin1.pdf.
- Köppen, W. & Geiger, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928. Wall-map 150 x 200cm.
- Lawal, A. et al. Biosystematics, morphological variability and status of the genus *Khaya* in South West Nigeria. **Applied Tropical Agriculture**, v. 21, n. 1, p. 159-166, 2016.
- Leonhardt, C. et al. Morfologia e desenvolvimento de plântulas de 29 espécies arbóreas nativas da área da Bacia Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, v. 63, n. 1, p. 5-14, 2008.
- Li, Z. et al. Seed weight and germination behavior of the submerged plant *Potamogeton pectinatus* in the arid zone of northwest China. **Ecology and Evolution**, v. 5, n. 7, p. 1504-1512, 2011. <http://dx.doi.org/10.1002/ece3.1451>.
- Lustosa, D. C. et al. Trichoderma spp. and its effects on seeds physiological quality and seedlings development of African mahogany. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 1, e5843, 2020. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v15i1a5843>.
- Mezzonato-Pires, A. C. et al. The taxonomic significance of seed morphology in the *Passiflora* subgenus *Astrophea* (Passifloraceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 31, n. 1, p. 68-83, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-33062016abb0414>.
- Nunes, F. K. M. et al. Análise da relação do tamanho das sementes com o poder germinativo em sementes de mogno africano *Khaya grandifoliola* C.D.C. (Welw). In: Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 4, 2019, Recife. **Anais [...]** Recife: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2019. <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0179>.
- Ohto, M. et al. Effects of APETALA2 on embryo, endosperm, and seed coat development determine seed size in *Arabidopsis*. **Plant Reproduction**, v. 22, n. 4, p. 277-289, 2009. <http://dx.doi.org/10.1007/s00497-009-0116-1>.
- Oliveira, E. C. Morfologia de plântulas. In: Aguiar, I. B. et al. (ed). **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 175-213.
- Oliveira Junior, J. C. de et al. Beneficiamento em sementes de *Khaya ivorensis*. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT**, n. 2, 2016.
- Opuni-Frimpong, E. *Khaya grandifoliola*. In: Louppe, D. et al. (ed.). **Plant resources of Tropical Africa**. Wageningen: PROTA Foundation, 2008.
- Pakull, B. et al. Genetic diversity and differentiation among the species of Africanmahogany (*Khaya* spp.) based on a large SNP array. **Conservation Genetics**, v. 20, p. 1035-1044, 2019. <http://dx.doi.org/10.1007/s10592-019-01191-3>.
- Pinheiro, A. L. et al. **Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mogno-africanos (*Khaya* spp.)**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Agressilvicultura, 2011. 102 p.
- Praciak, A. et al. (ed.). **The CABI encyclopedia of forest trees**. Oxfordshire: CABI, 2013. 523 p.
- Reis, C. A. F. et al. **Mogno-africano (*Khaya* spp.)**: atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Florestas, 2019. 378 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1112698/mogno-africano-khaya-spp-atualidades-e-perspectivas-do-cultivo-no-brasil>.
- Ribeiro, A. et al. O cultivo do mogno africano (*Khaya* spp.) e o crescimento da atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. e00076814, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.076814>.
- Roberts, E. H. Predicting the storagelife of seeds. **Seed Science and Technology**, v.1, n. 4, p. 499-514, 1973.
- Sarmento, H. G. S. et al. Determinação do teor de água em sementes de milho, feijão e pinhão-manso por métodos alternativos. **Energia na Agricultura**, v. 30, n. 3, p. 249-256, 2015.
- Silva, R. A. N. et al. Germinação e vigor de sementes de mogno-africano sob diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 1245-1254, 2020. <https://doi.org/10.5902/1980509837337>.
- Silva, Y. K. F. da et al. Germinação de sementes e desenvolvimento de mudas de mogno africano após tratamento de quebra de dormência. In: Barbosa Junior, S. A. **As vicissitudes da pesquisa e da teoria nas ciências agrárias 5**. Ponta Grossa: Atena, 2021. p. 114-123.
- Soranso, D. R. et al. Radial growth dynamics of *Khaya ivorensis* trees from experimental plantation. **Revista Árvore**, v. 42, n. 2, p. e420207, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/180690882018000200007>.
- Vidal, W. N. & Vidal, M. R. R. **Botânica**: organografia: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos. Viçosa, MG: UFV, 2000. 124 p.