

Artigos

***Joannesia princeps* Vell. (Euphorbiaceae) germinação, fenologia e morfometria de frutos, sementes e plântulas**

Joannesia princeps Vell. (Euphorbiaceae) germination, phenology and morphometry of fruits, seeds and seedlings

Rômulo André Beltrame^I 
Tatiana Tavares Carrijo^{II} 
José Carlos Lopes^{II} 

^IUniversidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

^{II}Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil

RESUMO

Joannesia princeps, popularmente conhecida como cutieira, é uma Euphorbiaceae endêmica do Brasil, cuja madeira é utilizada para diversos fins industriais. As sementes possuem aproximadamente 37% de óleo útil para fins industriais e medicinais, servem de alimento para cutias (*Dasyprocta azarae*), além de apresentarem destacada importância na sucessão ecológica em áreas degradadas. Objetivou-se estudar a germinação, fenologia e a morfometria de frutos, sementes e plântulas de *Joannesia princeps*. Foram utilizados 1000 frutos de *Joannesia princeps* colhidos de 40 matrizes de Mata Atlântica do Entorno do Caparaó, que compõem um bosque existente no Horto Municipal da cidade de Alegre - ES, nos quais foram analisados os atributos qualitativos em relação à morfologia. Na análise biométrica, foram analisados: comprimento, diâmetro e espessura. As análises das plântulas foram conduzidas periodicamente no 6º, 7º, 14º, 21º, 28º, 35º e 42º dia após a germinação, utilizando-se quatro repetições de 15 plântulas normais e sadias para as descrições. Observou-se que as raízes mudaram o tom de sua coloração de esbranquiçada para branco-amarelada entre o 14º para o 21º dia após a germinação (DAG), enquanto o hipocótilo, nos estádios iniciais, apresentava coloração avermelhada passando para verde após o 14º DAG. Os demais órgãos não apresentaram mudanças consideráveis, contudo, biometricamente, todos os órgãos apresentaram acréscimo nas suas dimensões, conforme a evolução do desenvolvimento. Os aspectos morfológicos descritos e ilustrados demonstraram-se estáveis e, portanto, informativos para a caracterização e identificação da espécie em processo de germinação e nos primeiros estádios de desenvolvimento.

Palavras-chave: Cutieira; Caracterização morfológica; Aspectos biométricos; Euphorbiaceae

ABSTRACT

Joannesia princeps, popularly known as a cutieira, is a Euphorbiaceae endemic to Brazil and its wood is used for various industrial purposes and the seed has approximately 37% of useful oil for industrial and medicinal purposes, besides presenting outstanding importance in ecological succession in degraded areas, whose seeds serve as food for agoutis. The objective was to study germination, phenology and morphometry of fruits, seeds and seedlings of *Joannesia princeps*. We used 1,000 fruits of *Joannesia princeps* harvested from 40 matrices of Atlantic Forest surrounding Caparaó, which make up an existing forest in the Municipal Garden of the city of Alegre, in Espírito Santo state, in which qualitative attributes were analyzed in relation morphology. In the biometric analysis, the following were analyzed: length, diameter and thickness and seedling analyses were conducted periodically on the 6th, 7th, 14th, 21th, 28th, 35th and 42th days after germination (DAG), using four replicates of 15 normal and healthy seedlings for descriptions. It was observed that the roots have changed their color of whitish for yellowish-white between the 14th and 21st DAG, while the hypocotyl, in the initial presented reddish color passing to green after the 14th DAG. The other organs did not present considerable changes, however, biometrically, all organs showed an increase in their dimensions, according to the evolution of development. The morphological features described and illustrated were stable, and therefore, informative for the characterization and identification of the species in the germination process and in the first stages of development.

Keywords: Cutieira; Morphological characterization; Biometric aspects; Euphorbiaceae

1 INTRODUÇÃO

Joannesia princeps Vell. é uma espécie arbórea, da família Euphorbiaceae, conhecida popularmente como cutieira, boleira, andá-assu, fruta-de-cotia e purga-de-cavalo. Essa espécie é endêmica do Brasil e distribui-se nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, predominantemente na Amazônia, Caatinga e Mata Atlântica (CORDEIRO *et al.*, 2015; LORENZI, 2016), sendo este último um dos biomas mais ameaçados do planeta e com maior biodiversidade (ALONSO *et al.*, 2015). Moraes Júnior *et al.* (2019) listaram a *Joannesia princeps* como uma espécie com potencial de utilização em programas que visem estudar a compensação de carbono em áreas degradadas.

Sua madeira pode ser utilizada na fabricação de palitos de fósforo, celulose, canoas, caixotaria, tabuado para forros, canoas e jangadas. Suas sementes possuem em torno de 37% de óleo, útil para fins industriais e medicinais (LORENZI, 2016; FLORA

DO BRASIL 2020). Esse óleo possui propriedades purgativas e pode substituir o óleo de linhaça em pinturas (SOUSA *et al.*, 2007) e, ainda, pode ser mais uma alternativa para a produção de biodiesel, sendo uma fonte de energia ecologicamente viável e renovável (DWIVEDI *et al.*, 2011; LORENZI, 2016).

Na região da Zona da Mata de Minas Gerais, existem experiências com Sistemas Agroflorestais (SAFs), que vêm se destacando como estratégia para minimizar os efeitos das mudanças climáticas sobre culturas agrícolas (VENTURINI *et al.*, 2013). Ainda, a espécie vem sendo utilizada no biomonitoramento de chuvas ácidas, que têm ocorrido frequentemente em áreas naturais protegidas de Mata Atlântica no Brasil (ANDRADE *et al.*, 2020). Morais Junior *et al.* (2019) relataram o alto potencial da *Joannesia princeps* nas relações de compensação de carbono na floresta atlântica, e Fernandez *et al.* (2017) evidenciaram sua importância na sucessão ecológica em áreas degradadas, principalmente, porque suas sementes servem de alimento para cutias (*Dasyprocta azarae*), que extraem as sementes, alimentam-se e enterram aquelas que sobram.

Para compreender parte do ciclo vegetativo das espécies, estudos envolvendo fenologia e análises morfológica de frutos e sementes podem auxiliar no entendimento do processo de dispersão, germinação e vigor, que caracterizam a qualidade fisiológica, o armazenamento, a viabilidade e os métodos de propagação das espécies. São informações que diferenciam espécies de um mesmo gênero no campo, sendo análises que contribuem para o estudo dos mecanismos de dispersão, sucessão, regeneração natural da espécie e manutenção da biodiversidade (OLIVEIRA *et al.*, 2006; MATHEUS; LOPES, 2007; BRASL, 2009; LUZ *et al.*, 2012). E sob este aspecto, a análise da distribuição espacial da qualidade fisiológica de sementes de *Joannesia princeps* pode ser utilizada como uma ferramenta para definição da região de amostragem de sementes com alto e baixo vigor, caracterizando-se como estudos importantes para a elaboração de estratégias de recomposição vegetal em áreas degradadas (BELTRAME *et al.*, 2017).

Os estudos de caracterização morfológica e biométrica da unidade de dispersão, germinação e de plântulas durante o crescimento e desenvolvimento inicial podem contribuir na compreensão do ciclo biológico, bem como no manejo e preservação das espécies e fornecer dados adicionais para diferenciar espécies de um mesmo gênero no campo (CRUZ; CARVALHO, 2003; LUZ *et al.*, 2012). Considerando a necessidade de maiores informações sobre a espécie, objetivou-se estudar a germinação, fenologia e a morfometria de frutos, sementes e plântulas de *Joannesia princeps*, embora na literatura seja apresentada a caracterização morfológica e biométrica dos frutos, sementes e plântulas desta espécie por meio de descrições e ilustrações. Essas informações possibilitarão a identificação das formas juvenis da espécie em ambiente natural e subsidiarão pesquisas que visem determinar os métodos mais adequados para que a espécie expresse seu potencial máximo de germinação e dispersão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e em casa de vegetação do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizado na cidade de Alegre - ES, coordenadas geográficas de 20°45' S e 41°29' W, utilizando-se sementes (1.800) de *Joannesia princeps* obtidas de 1.000 frutos, colhidos de 40 matrizes da Mata Atlântica do Entorno do Caparaó, que compõem um bosque existente no Horto Municipal da cidade de Alegre - ES. A colheita dos frutos foi realizada imediatamente após a maturação fisiológica e queda dos mesmos, que posteriormente foram colocados para secar sob temperatura ambiente, e após a redução do excesso de umidade foram mantidos em estufa com circulação de ar regulada a 30°C até o início da deiscência. As sementes foram então extraídas com auxílio de um torno e foram analisadas as características morfológicas e biometria dos frutos, sementes e plântulas.

2.1 Caracterização morfológica e biometria dos frutos e sementes

A caracterização morfológica dos frutos e sementes foi embasada na análise de 30 unidades, respectivamente. Os parâmetros estatísticos para análise dos dados biométricos foram média, desvio padrão e coeficiente de variação. Em campo, foram escolhidos frutos maduros, sadios, inteiros e sem deformações, avaliando-se os seguintes atributos qualitativos em relação à morfologia externa dos frutos: a) coloração na maturação, b) consistência do pericarpo, c) número de deiscências, d) tipos de indumento, e) número e posição das sementes nos frutos. A análise biométrica teve como base a tomada das dimensões comprimento (isto é, da base até o ápice do fruto, excluindo-se o pedúnculo) e diâmetro; a espessura foi medida na linha mediana dos frutos.

A partir da análise de sementes viáveis, os seguintes atributos qualitativos foram analisados: a) coloração, b) textura da superfície da testa, c) forma, d) posição do hilo, micrópila, rafe e estruturas anexas, quando presentes, e) consistência, coloração e espessura do endosperma, f) posição, forma e coloração do embrião (cotilédones, eixo hipocótilo-radícula e plúmula). Os cortes transversais e longitudinais nas sementes foram feitos com lâminas de bisturi, e as características do embrião analisadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico. A caracterização biométrica das sementes foi realizada com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,1 mm, nas quais foram mensurados: o comprimento; a largura, medida do ápice até a base na qual ocorre a protrusão da raiz primária, e o diâmetro na porção mediana. As observações foram feitas a olho nu, com auxílio de lupa e microscópio estereoscópico. A terminologia empregada para a caracterização morfológica foi embasada em Barroso *et al.* (2002).

2.2 Germinação e caracterização morfológica e biometria das plântulas

Para as análises pós-seminais, e devido à baixa porcentagem de germinação obtida em testes preliminares (30%), foi realizado um tratamento pré-germinativo das sementes com ruptura do tegumento, com o auxílio de uma morsa, posteriormente foram desinfestadas em hipoclorito de sódio a 2,5%, por 15 minutos, lavadas em água corrente e embebidas em solução de ácido giberélico (GA_3 500 mg L⁻¹) (BRASIL, 2009) a 30°C, durante 24 horas. A semeadura foi realizada com quatro repetições de 25 sementes, em bandejas plásticas, com capacidade para 6,5 L, contendo como substrato areia peneirada e autoclavada e umedecida com água destilada na quantidade equivalente a 60% de sua capacidade de retenção (BRASIL, 2009). Posteriormente, as bandejas foram mantidas em câmara de germinação tipo BOD (*biochemical oxygen demand*), com temperatura de 25°C e fotoperíodo 16/8 horas. As regas foram feitas diariamente de acordo com a necessidade, calculada segundo Brasil (2009). As sementes foram consideradas germinadas quando houve a protrusão da raiz primária $\geq 2,00$ mm de comprimento, apresentando-se sem injúrias e aparentemente saudáveis. Foram consideradas plântulas normais, aquelas que se apresentavam vigorosas e possuindo todas as suas partes constituintes completas (BRASIL, 2009).

As avaliações foram conduzidas periodicamente no 6°, 7°, 14°, 21°, 28°, 35° e 42° dias, após a semeadura, quando se observou a emergência dos primeiros protófilos. Para as descrições morfológicas e biométricas, foram utilizadas 15 plântulas normais e saudáveis, e foram analisados: a) raiz principal: diâmetro, cor e pilosidade; b) coleto: diâmetro, forma, cor, pilosidade e superfície; c) hipocótilo: diâmetro, altura, forma, cor, pilosidade, superfície, presença de catáfilos, brácteas, lenticelas, estrias ou descamações; d) cotilédones: posição, inserção, forma, cor, nervação, dimensões do pecíolo e pilosidade; e) epicótilo: forma, cor, superfície e pilosidade; f) protófilos:

filotaxia, presença de estípulas, forma da lâmina, cor da lâmina, nervação, superfície da lâmina, comprimento e forma do pecíolo, aspecto do pulvino e das gemas. A caracterização biométrica das plântulas foi realizada com auxílio de régua milimetrada e paquímetro digital (com precisão de 0,01 mm). A terminologia empregada para a caracterização morfológica das plântulas foi embasada em Souza (2003).

2.3 Análise estatística

Os dados de morfologia e biometria dos frutos, sementes e plântulas foram analisados com estatística básica: média, desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis biométricas, considerando-se como baixo, coeficientes de variação (CV) inferior a 10%; como médio, entre 10 a 20% e como alto, de 20 a 30% (PIMENTEL GOMES, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização morfológica e biometria dos frutos e sementes

Os frutos de *Joannesia princeps* apresentaram exocarpo deiscente por valvas, mesocarpo lenhoso e duas sementes encerradas por um endocarpo igualmente lenhoso. Por essa morfologia, foram classificados por Barroso *et al.* (2002) como fruto drupoide do tipo filotrimídeo. Na família Euphorbiaceae, os frutos são geralmente capsulares, havendo registro de frutos drupáceos e, mais raramente, bacoides (ROOSMALEN, 1985). Nesse contexto, em relação aos atributos biométricos, as variações nas dimensões podem ter sido promovidas por fatores ambientais durante o florescimento e o desenvolvimento, como também pode representar um indício de alta variabilidade genética populacional. Isso sugere a atuação de fatores ambientais, como água e luz durante o florescimento e o desenvolvimento dos frutos, e a alta variabilidade genética populacional das espécies não domesticadas.

Em relação às dimensões, os frutos apresentaram 8,0-11,2 cm de comprimento, 7,4-10,1 cm de largura no maior diâmetro e 6,6-9,0 cm de largura no menor diâmetro (Tabela 1), evidenciando homogeneidade dos valores das suas dimensões, obtendo-se coeficientes de variação relativamente baixos (PIMENTEL-GOMES, 2009).

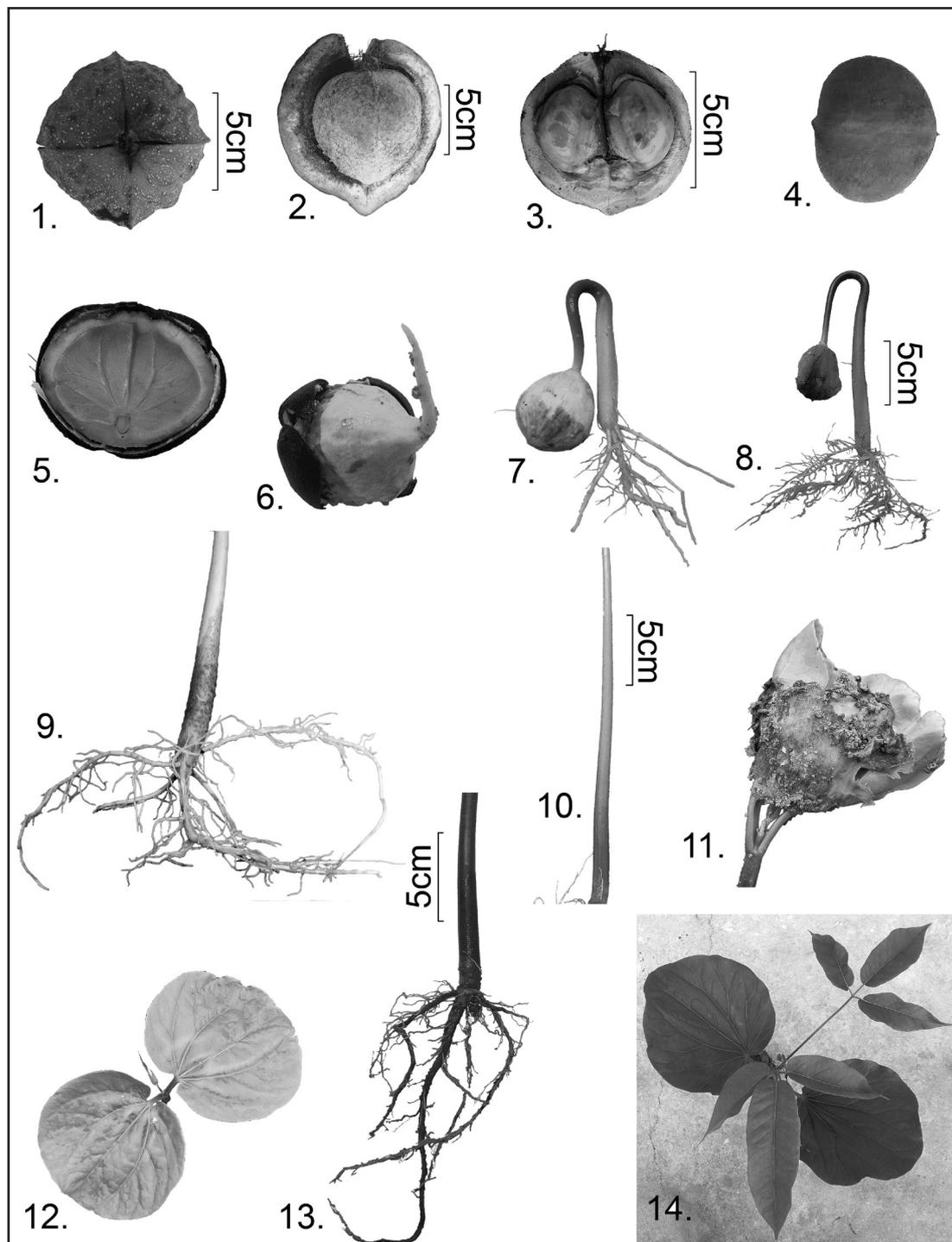
Tabela 1 – Dimensões, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) dos frutos, pirênios e sementes de *Joannesia princeps* no sexto dia após a semeadura

Frutos					
(mm)	Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)
Comprimento	11,20	9,17	8,00	0,83	9,05
Largura maior	10,10	8,72	7,40	0,86	9,86
Largura menor	9,00	7,73	6,60	0,99	12,81
Pirênios					
(cm)	Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)
Comprimento	6,80	5,41	4,50	0,72	13,30
Largura maior	6,30	5,73	4,50	0,57	9,94
Largura menor	6,00	5,22	4,20	0,61	11,68
Sementes					
(mm)	Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)
Comprimento	27,85	25,23	22,61	1,09	4,32
Diâmetro	23,11	20,29	18,69	1,85	9,11
Sementes no sexto dia após a semeadura					
(mm)	Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)
Comprimento	30,96	27,66	24,44	1,48	4,78
Largura	31,46	29,04	23,76	1,45	4,99
DSPM	24,13	20,41	15,86	1,78	8,72
DRP	2,85	2,17	1,71	0,56	25,80

Fonte: Autores (2014)

Em que: diâmetro da semente na porção mediana (DSPM), diâmetro da raiz principal (DRP).

O exocarpo lenhoso apresentou coloração verde-escura no fruto maduro, com pontuações cinza, e junto com o mesocarpo lenhoso e de coloração amarelada apresentou-se deiscente por quatro valvas (Figura 1A).

Figura 1 – Morfologia e biometria de frutos, sementes e plântulas de *Joannesia princeps*

Fonte: Autores (2014)

Em que: cot = cotilédone; end = endocarpo; gan = gancho; hip = hipocótilo; rad = radícula; rai = raízes; rap = raiz primária; sem = semente; teg = tegumentos da semente; A) Morfologia externa do fruto; B) Fruto aberto na porção mediana evidenciando o endocarpo; C) Endocarpo aberto evidenciando as sementes; D) Morfologia da semente; E) Morfologia interna da semente evidenciando o embrião; F) Morfologia da plântula no sexto dia após a semeadura; G) Hipocótilo curvo formando o gancho no sétimo dia após a semeadura; H) Morfologia da plântula no 14º dia após a semeadura; I) Morfologia da raiz no 21º dia após a semeadura; J) Morfologia do hipocótilo no 21º dia após a semeadura; K) Cotilédones envoltos por rudimentos seminiais no 21º dia após a semeadura; L) Morfologia dos cotilédones no 28º dia após a semeadura; M) Morfologia da raiz e do hipocótilo no 42º dia após a semeadura; N) Morfologia dos protófilos no 42º dia após a semeadura.

Quando aberto, o endocarpo se encontrava seco, lenhoso (Figura 1B), de coloração acastanhada, com 4,5-6,8 cm de comprimento, 4,5-6,3 cm de largura no maior diâmetro e 4,2-6 cm de largura no menor diâmetro (Tabela 1), armazenando duas sementes em seu interior (Figura 1C). Endocarpos endurecidos similarmente foram descritos em Euphorbiaceae de gêneros americanos de Hippomaneae (ATHIÊ-SOUZA *et al.*, 2020). Sobre a similaridade morfológica dos frutos de gêneros distintos em Euphorbiaceae, Barroso *et al.* (2002) destacaram que pode ser um indicativo de ancestralidade em comum. Ecologicamente, tais características morfológicas fazem com que a dispersão desses frutos e sementes seja uma combinação de autocoria, notadamente barocoria (por gravidade), e zoocoria, marcadamente feita pelos roedores silvestres, como a espécie *Dasyprocta azarae*, que após alimentar-se das sementes, enterram o restante (FERNANDEZ *et al.*, 2017).

Em relação ao número de sementes por fruto, embora Chaves e Davide (1996) tenham relatado a ocorrência de três sementes nos frutos da espécie, no presente estudo foram encontradas duas sementes por fruto, evidenciando diferentes comportamentos durante o processo de formação das sementes, cujo teor de água após a deiscência dos frutos foi de 30,3%, com massa de mil sementes de 4,14 kg. As testas das sementes apresentaram coloração castanha, formato globoso, sendo o ápice e a base arredondados (Figura 1D). Cosmo *et al.* (2010) relacionaram a coloração uniforme do tegumento da semente de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. & Downs (Euphorbiaceae) como inviáveis, enquanto Santos e Aguiar (2005) observaram que aquelas de tegumento de coloração marrom-clara apresentavam maior porcentagem de germinação. Isso sugere a coloração como uma característica importante a ser analisada em estudos sobre a maturação de sementes, comportamento similarmente verificado com frequência nas colheitas de sementes em fase de completa maturação de *Joannesia princeps*. Para fins propagativos de *Dovyalis hebecarpa*, foi observado que a retirada das sementes deve ser feita em frutos colhidos a partir do estágio 2 (2.5GY 5/8), com coloração verde-amarelada, embora maior tamanho e acúmulo de biomassa

tenham sido atingidos com coloração do exocarpo marrom pela carta de Munsell por 2.5YR 3/4no, no estágio 4 de maturação (VILLA *et al.*, 2019).

Os valores médios do comprimento e diâmetro das sementes (Tabela 1) corroboram os encontrados por Chaves e Davide (1996). Sementes com maiores dimensões sugerem a presença de material de reserva em quantidades satisfatórias para suprimento metabólico durante a fase de desenvolvimento e de crescimento, apresentando embrião bem formado e com maior quantidade de substância de reservas, conseqüentemente, sementes mais vigorosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), conforme observado em *Melanoxylon braúna*, em que as sementes grandes, independentemente da cor e as pequenas escuras apresentaram o maior índice de velocidade de germinação e a maior porcentagem de germinação (FLORES *et al.*, 2014). De acordo com Pimentel Gomes (2009), se o coeficiente de variação (CV) for inferior a 10%, considera-se como baixo, entre 10 a 20%, como médio e de 20 a 30% como alto. No último caso, o experimento foi de baixa precisão. Nesse sentido, os valores de CV registrados para o comprimento e larguras (maior e menor) do endocarpo (13,30; 9,94 e 11,68%, respectivamente) foram estatisticamente aceitáveis, sugerindo uma moderada homogeneidade no tamanho dessas estruturas.

As sementes apresentavam a superfície da testa endurecida, lisa e glabra, enquanto a cicatriz do hilo era evidente como uma pequena área circular, e a micrópila e a rafe eram inconspícuas. O endosperma (Figura 1E) era alvo e abundante envolvendo todo o embrião cotiledonar e axial. O eixo hipocótilo radicular do embrião apresentava 0,5-1,0 mm de comprimento e direcionado para a região do hilo. Os cotilédones foliáceos eram opostos, alvos, em forma de cones, iguais entre si e glabros, de formato reniforme, com aproximadamente 7,0 mm de comprimento e 10,0 mm largura. Considerando-se o aspecto biométrico, os valores de comprimento do eixo hipocótilo radicular (0,5-1,0 mm) encontrados nesta espécie foram menores (3,0-4,5 mm) que aqueles obtidos por Chaves e Davide (1996). Contudo, os valores médios observados para comprimento e largura dos cotilédones foram maiores.

As dimensões das sementes variaram de 22,6-27,8 mm de comprimento e 18,69-23,11 mm de largura na porção mediana (Tabela 1). Pode-se observar que os coeficientes de variação para o comprimento e diâmetro das sementes também apresentaram valores baixos, 4,32 e 9,11%, respectivamente, sugerindo a homogeneidade de tamanho das sementes.

A descrição morfológica e biométrica de frutos e sementes, como parte de estudos morfoanatômicos ou com a finalidade de ampliar o conhecimento sobre determinada espécie ou grupo vegetal tem fundamental importância, visto que ainda há carência de informações que podem subsidiar vários estudos taxonômicos e de regeneração natural.

3.2 Germinação e caracterização morfológica e biometria das plântulas

A germinação iniciou após seis dias da sementeira, cujas sementes intactas apresentaram média de 30% de plântulas normais (BRASIL, 2009), enquanto as sementes com tratamentos pré-germinativos cerca de 84%, discordando de Chaves e Davide (1996), que observaram germinação após 16 dias da sementeira, mesmo com trincamento do tegumento das sementes dessa espécie. Comportamento associado à eficiência do tratamento pré-germinativo das sementes com ruptura do tegumento, e posterior embebição das mesmas em solução de ácido giberélico, regulador vegetal que atua na germinação, favorecendo a divisão celular, alongamento celular, inibindo a atuação do ácido abscísico (ABA) e favorecendo a atividade de enzimas hidrolíticas como a amilase. O ácido giberélico produzido no embrião pode ser transportado até as camadas de aleurona das células, nas quais a enzima α -amilase é produzida, promovendo a conversão do amido em açúcar, que é utilizado como fonte de energia para o desenvolvimento da plântula (TAIZ *et al.*, 2017).

No sexto dia após a sementeira, observou-se a protrusão das radículas (Figura 1F), caracterizando o início da germinação, que pode ter sido acelerada pela prévia embebição em solução de ácido giberélico. As sementes neste estágio não

apresentaram mudanças em sua coloração e forma, mas suas dimensões variaram entre 24,44-30,96 mm de comprimento, 23,76-31,46 mm de largura e 15,86-24,13 mm de diâmetro. A raiz primária apresentava coloração esbranquiçada e possuía 1,71-2,85 mm de diâmetro (Tabela 1). Com base nos coeficientes de variação das dimensões das sementes no sexto dia após a semeadura, observou-se que as sementes apresentavam uniformidade no comprimento, largura e diâmetro na porção mediana, embora tenham apresentado coeficiente de variação alto no diâmetro da raiz principal (25,80%) (PIMENTEL GOMES, 2009).

A emergência do hipocótilo resultou na formação do gancho (Figura 1G), que se desdobrou elevando os cotilédones acima do solo, caracterizando a germinação como epígea, fanerocotiledonar. Os cotilédones expostos ao ambiente apresentaram os tegumentos da semente aderidos (Figura 1).

No sétimo dia após a semeadura (Tabela 2), a raiz principal ainda apresentava coloração esbranquiçada, possuindo 1,92-4,09 mm de diâmetro. Observou-se que as plântulas haviam emitido o hipocótilo curvo (gancho) para fora do substrato (Figura 1G). O hipocótilo possuía formato cilíndrico, coloração avermelhada da base até o seu ápice. Sua superfície era completamente lisa e glabra, sem lenticelas, estrias ou descamações. Os hipocótilos das plântulas apresentavam nessa fase valores entre 5,87-9,45 mm de diâmetro da base; 4,70-6,63 mm de diâmetro do terço médio; 3,84-4,70 mm de diâmetro do ápice. A altura do gancho variava de 3,00-4,09 mm em relação à superfície do substrato. A região do coleto era cilíndrica, de coloração avermelhada, com a superfície lisa e glabra. Analisando os coeficientes de variação das dimensões das plântulas no sétimo dia após a semeadura, notou-se que os diâmetros da base, da porção mediana e do ápice do hipocótilo das plântulas apresentavam moderada (10 a 20%) uniformidade dos dados, enquanto o diâmetro da raiz principal (30,24%) e altura do gancho (27,30%) alta desuniformidade dos dados (PIMENTEL GOMES, 2009).

Tabela 2 – Dimensões, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) das plântulas no sétimo e 14º dia após a semeadura; do diâmetro da raiz principal, coleto, hipocótilo, epicótilo, pecíolo e dos cotilédones das plântulas de *Joannesia princeps* no 21º dia após a semeadura

Plântulas no sétimo dia após a semeadura					
(mm)	Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)
DBH	9,45	7,52	5,87	1,02	13,56
DTMH	6,63	5,82	4,70	0,69	11,85
DAH	4,70	4,23	3,84	0,49	11,58
DRP	4,09	2,48	1,92	0,75	30,24
AG	6,50	3,70	3,00	1,01	27,30
Plântulas no 14º dia após a semeadura					
(mm)	Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)
DBH	11,26	9,86	8,20	1,00	10,14
DTMH	7,92	6,10	5,04	0,87	14,26
DAH	4,42	4,12	3,84	0,48	11,65
DRP	2,69	2,38	1,99	0,48	20,17
AP (cm)	17,00	14,32	11,50	1,27	8,87
Diâmetro da raiz principal, coleto, hipocótilo, epicótilo e pecíolo das plântulas de <i>Joannesia princeps</i> no 21º dia após a semeadura					
(mm)	Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)
DRP	4,62	3,23	1,82	0,56	17,34
DC	11,50	9,78	8,21	0,93	9,50
Epicótilo	26,38	19,06	12,41	1,68	8,81
Hipocótilo	390,00	330,00	270,00	5,23	1,58
CP	38,65	24,09	14,18	2,54	10,54
Cotilédones no 21º dia após a semeadura					
(cm)	Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)
Comprimento	6,50	5,67	5,00	0,79	13,93
Largura	7,30	5,93	5,00	0,99	16,70

Fonte: Autores (2014)

Em que: diâmetro da base do hipocótilo (DBH); diâmetro do terço médio do hipocótilo (DTMH); diâmetro do ápice do hipocótilo (DAH); diâmetro da raiz principal (DRP); altura do gancho (AG); altura das plântulas (AP); diâmetro do coleto (DC); comprimento do pecíolo (CP).

No 14º dia após a semeadura (Tabela 2), as plântulas apresentavam entre 11,50-17,00 cm de altura, cotilédones livres, mas frequentemente envoltos por rudimentos seminais (Figura 1H). A raiz principal era branco-amarelada, as raízes secundárias já haviam sido formadas, apresentando coloração branca e pelos absorventes e valores entre 1,99-2,69 mm de diâmetro. Os hipocótilos apresentavam 8,20-11,26 mm de diâmetro da base; 5,04-7,92 mm de diâmetro do terço médio; 3,84-4,42 mm de diâmetro do ápice, com formato cilíndrico em toda a sua extensão, afinando-se da base ao ápice. Sua coloração era avermelhada entre a região mediana ao ápice e verde na base. Verificou-se que os diâmetros da base, da porção mediana e do ápice do hipocótilo das plântulas apresentavam moderada uniformidade dos dados no 14º dia após a semeadura, o que foi confirmado pelos coeficientes de variação obtidos: 10,14; 14,26 e 11,65%, respectivamente. No entanto, o diâmetro da raiz principal apresentou baixa uniformidade (20,17%) e a altura das plântulas com maior uniformidade dos dados (8,87%).

No 21º dia após a semeadura (Tabela 2), as plântulas alcançaram altura de 20-35 cm. As raízes primárias apresentavam coloração branco-amarelada (Figura 1I), valores entre 1,82-4,62 mm de diâmetro; a região do coleto permanecia cilíndrica e de coloração verde, apresentando 8,21-11,50 mm de diâmetro. O hipocótilo era cilíndrico e apresentava dimensões que variavam de 270-390 mm de comprimento, com coloração verde e superfície lisa e glabra (Figura 1J), e não apresentava lenticelas, estrias ou descamações. O epicótilo era diminuto e glabro, o diâmetro do coleto, o comprimento do epicótilo e do hipocótilo das plântulas apresentavam-se uniformes, com valores de coeficientes de variação de 9,5; 8,81; 1,58%, respectivamente. Entretanto, quanto ao diâmetro da raiz principal e ao comprimento do pecíolo, observou-se moderada uniformidade dos dados obtidos.

Os cotilédones eram opostos e apresentavam pecíolos com 14,18-38,65 mm de comprimento, levemente canaliculados. O limbo era cartáceo, verde, de formato arredondado, glabro, lustroso, com nervação palmada e margem levemente ondulada.

Nesse estágio, os cotilédones frequentemente ainda estavam envoltos por rudimentos seminais (Figura 1K), e mediam 5,00-6,50 cm de comprimento e 5,00-7,50 cm de largura, sugerindo moderada uniformidade dos dados analisados, dada a uniformidade dos coeficientes de variação obtidos para o comprimento e largura dos cotilédones (13,93 e 16,70%, respectivamente).

No 28º dia após a semeadura (Tabela 3), a raiz principal das plântulas apresentava 2,13-3,68 mm de diâmetro, enquanto a região do coleto não apresentava mudanças qualitativas, apenas aumento de diâmetro para 8,90-10,66 mm.

Tabela 3 – Dimensões, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) das plântulas no 28º dia após a semeadura, comprimento e largura (dos cotilédones e hipocótilo); comprimento do pecíolo, diâmetro do coleto e da raiz principal (mm) das plântulas de *Joannesia princeps* no 35º dia após a semeadura

Plântulas no 28º dia após a semeadura					
(cm)	Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)
CC	10,00	8,53	7,50	0,79	13,93
LC	12,50	9,29	7,00	1,09	11,73
CP (mm)	11,59	8,78	7,27	1,32	15,03
ALTH	56,00	52,10	48,00	1,58	3,03
DC (mm)	10,66	9,80	8,90	0,72	7,35
DRP (mm)	3,68	2,76	2,13	0,70	25,36
Comprimento e largura (dos cotilédones e hipocótilo); comprimento do pecíolo, diâmetro do coleto e da raiz principal (mm) das plântulas no 35º dia após a semeadura					
(cm)	Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)
CC	8,50	6,95	6,00	0,83	11,94
LC	9,50	8,26	6,50	0,99	11,98
Hipocótilo	58,00	52,70	44,00	2,24	4,25
CP	20,48	16,10	11,32	1,70	10,56
DC (mm)	10,86	10,23	9,25	0,73	7,13
DRP (mm)	3,54	3,10	2,62	0,51	16,45

Fonte: Autores (2014)

Em que: comprimento dos cotilédones (CC); largura dos cotilédones (LC); comprimento do pecíolo (CP); altura do hipocótilo (ALTH); diâmetro do coleto (DC); diâmetro da raiz principal (DRP).

De forma similar, o hipocótilo não apresentava mudanças qualitativas, e sim aumento de tamanho, passando a medir entre 48,00-56,00 cm de altura. Os cotilédones estavam totalmente livres dos rudimentos seminais, e apresentavam 7,50-10,00 cm de comprimento e 7,00-12,50 cm de largura. Os pecíolos eram levemente canaliculados (Figura 1L) com 7,27-11,59 mm de comprimento. O epicótilo permaneceu diminuto. Os coeficientes de variação das variáveis: altura do hipocótilo e diâmetro do coleto apresentavam boa uniformidade dos dados. As dimensões dos cotilédones e o comprimento do pecíolo apresentavam coeficientes de variação moderado. Somente o diâmetro da raiz principal apresentou coeficiente de variação alto, evidenciando baixa uniformidade dos dados.

No 35° após a semeadura, a raiz principal apresentou 2,62-3,54 mm de diâmetro, coleto com 9,25-10,86 mm de diâmetro e hipocótilo com 44,00-58,00 cm de altura. O epicótilo não apresentou alterações morfológicas significativas, mas os pecíolos dos cotilédones aumentaram de comprimento, passando a 11,32-20,48 cm. Os cotilédones se expandiram, passando a 6,00-8,50 cm de comprimento e 6,50-9,50 cm de largura, sem mudanças qualitativas. O comprimento do hipocótilo e o diâmetro do coleto, no 35° dia após a semeadura, apresentaram coeficientes de variação baixos, 4,25 e 7,13%, respectivamente, evidenciando maior uniformização das medidas. O comprimento e a largura dos cotilédones, o comprimento dos pecíolos e o diâmetro da raiz principal apresentaram coeficientes de variação moderados 11,94, 11,98, 10,56 e 16,45%, respectivamente (Tabela 3), revelando moderada uniformidade destes.

No 42° dia após semeadura (Tabela 4), último dia de avaliação em função da emergência dos protófilos, a raiz principal apresentou 3,54-5,72 mm de diâmetro (Figura 1M), passando à coloração castanha. O coleto ainda com coloração verde apresentou 9,02-11,44 mm de diâmetro e o hipocótilo aumentou para 37,00-52,00 cm de comprimento, com um ligeiro aumento do epicótilo para 11,00-26,00 cm de comprimento.

Tabela 4 – Dimensões, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) do comprimento e largura (dos cotilédones, hipocótilo e epicótilo); comprimento do pecíolo (cm); comprimento, largura e comprimento do pecíolo da folha (cm) e diâmetro do coleto e da raiz principal (mm) das plântulas de *Joannesia princeps* no 42º dia após a semeadura

(mm)	Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão	CV (%)
CC	16,00	13,25	11,00	1,24	9,36
LC	14,50	13,35	12,00	0,84	6,29
Epicótilo	26,00	16,30	11,00	2,33	14,29
Hipocótilo	52,00	41,95	37,00	2,19	5,22
CP	6,50	5,15	4,00	0,88	17,08
CF	17,00	14,45	12,00	1,24	8,58
LF	6,40	5,43	4,50	0,81	14,92
CPF	1,3	1,07	0,8	0,38	35,51
DC (mm)	11,44	10,44	9,02	0,92	8,81
DRP (mm)	5,72	4,51	3,54	0,85	18,84

Fonte: Autores (2014)

Em que: comprimento dos cotilédones (CC); largura dos cotilédones (LC); comprimento do pecíolo (CP); comprimento da folha (CF); largura da folha (LF); comprimento do pecíolo da folha (CPF); diâmetro do coleto (DC); diâmetro da raiz principal (DRP).

Os cotilédones possuíam 11,00-16,00 cm de comprimento e 12,00-14,50 cm de largura, com as dimensões do pecíolo variando de 4,00-6,50 cm de comprimento. Os protófilos eram compostos, glabros, cartáceos, verdes, lisos e lustrosos (Figura 1N). Os limbos apresentavam 12,00-17,00 cm de comprimento e 4,50-6,40 cm de largura, pecíolos levemente canaliculados, com 4,00-6,50 cm de comprimento.

O comprimento e largura dos cotilédones, o comprimento do hipocótilo, o comprimento do protófilo e diâmetro do coleto apresentaram coeficientes de variação abaixo de 10%, podendo ser classificadas como medidas apresentando boa uniformidade e precisão dos dados obtidos. O comprimento do epicótilo, comprimento do pecíolo, largura da folha e diâmetro da raiz principal possuíam coeficientes de variação médios, enquanto o comprimento do pecíolo da folha oscilou entre 1,3 e 0,8 cm coeficiente de variação obtido (35, 51%), com CV de 35,51%.

Estudos de caracterização morfológica e biométrica da unidade de dispersão, germinação e de plântulas durante o crescimento e desenvolvimento inicial podem contribuir na compreensão do ciclo biológico, bem como no manejo e preservação das espécies. Ainda, as metodologias para a condução de testes de germinação estão disponíveis nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e nas Instruções para Análise de Espécies Florestais (BRASIL, 2013), nas quais se verifica que poucas espécies florestais apresentam padronização para os testes de germinação, incluindo a *Joannesia princeps*, reforçando a necessidade de pesquisas sobre a fisiologia e descrição morfológica de germinação de suas sementes, o que possibilitará avanços no processo de domesticação e exploração comercial da referida espécie.

4 CONCLUSÕES

O fruto de *Joannesia princeps* é drupoide e contém duas sementes de coloração castanha e com formato globoso.

As sementes de *Joannesia princeps* apresentam dormência imposta pela impermeabilidade do tegumento.

A escarificação mecânica por ruptura do tegumento supera a impermeabilidade do tegumento e é eficiente para aumentar a porcentagem de germinação das sementes de *Joannesia princeps*.

A germinação das sementes é epígea e fanerocotiledonar.

Os protófilos de *Joannesia princeps* são compostos, glabros, cartáceos, verdes, lisos e lustrosos e a morfologia das plântulas auxiliam na sua identificação na fase de crescimento inicial no ambiente.

A morfologia do fruto, da semente e da plântula de *Joannesia princeps* descrita e ilustrada neste estudo é suficientemente homogênea e, portanto, confiável à caracterização e identificação da espécie em processo de germinação e nos primeiros estádios de desenvolvimento.

Os resultados obtidos no presente estudo contribuíram para uma melhor compreensão das características morfoanatômicas das sementes e do desenvolvimento pós-seminal de *Joannesia princeps* e para a diferenciação de grupos taxonômicos de Euphorbiaceae.

AGRADECIMENTOS

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor, e ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa ao segundo autor.

Ao CNPq Edital Universal Nº 14/2011 (Número do processo: 475471/2011-3) projeto “Diversidade biológica e funcional da Floresta Ombrófila Densa do Parque Nacional do Caparaó, Espírito Santo” pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALONSO, J. M. *et al.* Aporte de serapilheira em plantio de recomposição florestal em diferentes espaçamentos. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 1-11, jan./mar., 2015. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509817439>

ANDRADE, G. C.; CASTRO, L. N.; SILVA, L. C. Micromorphological alterations induced by simulated acid rain on the leaf surface of *Joannesia princeps* Vell. (Euphorbiaceae). **Ecological Indicators**, v. 116, p. 106526, 15 may, 2020. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106526.

ATHIÊ-SOUZA, S. M. *et al.* Relevância sistemática da morfologia de frutos dos gêneros americanos da tribo Hippomaneae A. Juss. ex Bartl. (Euphorbiaceae A. Juss.). **Revista Nordestina de Biologia**, v. 28, n. 1, p. 46-65, 29 fev., 2020. DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.2236-1480.2019v27n1.46166>

BARROSO, G. M. *et al.* Sistemática das Angiospermas do Brasil. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. v. 1, 309 p.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. 2nd. ed. San Diego: Academic: Elsevier; 2014. 1586 p.

BELTRAME, R. A. *et al.* Spatial distribution of physiological quality of *Joannesia princeps* Vell. seeds. **Revista Árvore**, v. 41, n. 4, p. e410410, 2017. <https://doi.org/10.1590/1806-90882017000400010>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p. <https://www.gov.br>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análises de sementes florestais**. Brasília, DF, 2013. 98p. <https://www.gov.br>

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CHAVES, M. M. F.; DAVIDE, A. C. Características morfológicas de frutos sementes e plântulas de *Joannesia princeps* Vell. - Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 208-213, 1996.

CORDEIRO, I. *et al.* 2015. **Euphorbiaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB113>. Acesso em: 17 Nov. 2021.

COSMO, N. L. *et al.* Morfologia de fruto, semente e plântula de *Sebastiania commersoniana*, Euphorbiaceae. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 2, p. 419-428, abr./jun. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v40i2.17837>

CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis cf. venulosa* MART. & ICHLER - Sapotaceae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 33, n. 3, p. 389-398, 2003.

DWIVEDI, G.; JAIN, S.; PAL SHARMA, M. Pongamia as a source of biodiesel in India. **Smart Grid and Renewable Energy**, v. 2, n. 3, p. 184-189, August., 2011. DOI: 10.4236/sgre.2011.23022

FERNANDEZ, F. A. S. *et al.* Rewilding the Atlantic Forest: restoring the fauna and ecological interactions of a protected area. **Perspectives in Ecology and Conservation**, n. 15, n. 4 p. 308-314, 2017. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201900239856>

FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

FLORES, A. V. *et al.* Efeito do substrato, cor e tamanho de sementes na germinação e vigor de *Melanoxylon brauna*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 78, p. 141-147, 2014. <http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/558>

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. V. 1, 7.ed. Instituto Plantarum, 2016. 384p.

LUZ, P. B. *et al.* Caracterização morfológica do diásporo e da plântula de *Archontophoenix cunninghamii* (Arecaceae). **Comunicata Scientiae**, Bom Jeuss-Piauí, n. 3, v. 4, p. 244-248, dez., 2012. www.ufpi.br/comunicata

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 08-17, fev. 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000300002>.

MORAIS JUNIOR, V. T. M. *et al.* Early assessment of tree species with potential for carbon offset plantations in degraded area from the southeastern Brazil. **Ecological Indicators**, v. 98, p. 854-860, March., 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.004>

OLIVEIRA, M. K. M.; SCHLEDER, E. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 25-32, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000100004>

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed., Piracicaba: Fealq, 2009, 451 p.

ROOSMALEN, M.G.M. van. **Fruits of Guianan Flora**. Netherlands: Institute of Systematic Botany, Utricht University, 1985. 463 p.

SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs separadas pela coloração do tegumento. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 69, p. 77-83, 2005. <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr69/cap06.pdf>.

SOUSA, O. V. *et al.* Propriedades biológicas das sementes de *Joannesia Princeps* Vellozo. *Juiz de Fora: HU Revista*. v. 33. n. 1, p. 23-27, fev., 2007. <https://periodicos.ufjf.br/index.php/hurevista/article/view/50>.

SOUZA, L. A. **Morfologia e anatomia vegetal: célula, tecidos, órgãos e plântula**. Ponta Grossa: UEPG, 2003. 259 p.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

VENTURINI, R. P. *et al.* A pesquisa e as mudanças climáticas na cafeicultura. **Informe Agropecuário**, v.34, p.34-43, 2013. <http://www.epamig.ufla.br/geosolos/publicacoes/2013/19.pdf>.

VILLA, F. *et al.* Seed physiological quality and harvest point of dovyalis fruits. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 49, p. e54520, jun., 2019. DOI: 10.1590/1983-40632019v4954520.

Contribuição de Autoria

1 – Rômulo André Beltrame

Engenheiro Florestal, Dr.

<https://orcid.org/0000-0003-1319-8047> • romuloagrono-mia@hotmail.com

Contribuição: Conceituação, Investigação, Metodologia, Análise Formal, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

2 – Tatiana Tavares Carrijo

Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas, Dr., Professora

<https://orcid.org/0000-0002-8366-0738> • tcarrijo@gmail.com

Contribuição: Visualização de dados (tabelas e figuras), Escrita – revisão e edição

3 – José Carlos Lopes

Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0002-4880-0547> • jclu-fes@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Metodologia, Supervisão, Administração do projeto, Recursos, Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

Beltrame, R. A.; Carrijo, T. T.; Lopes, J. C. *Joannesia princeps* Vell. (Euphorbiaceae) germinação, fenologia e morfometria de frutos, sementes e plântulas. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 1268-1289, 2022. DOI 10.5902/1980509848583. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509848583>.