

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA

**CARACTERIZAÇÃO E GERMINAÇÃO DE *Dendrocalamus asper* (SCHULTES F.)
BACKER EX HEYNE (POACEAE: BAMBUSOIDEAE)**

CRISTHIAN LORRAINE PIRES ARAUJO

Orientadora:
Profa. Dra. Larissa Leandro Pires

Setembro - 2017

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: Cristhian Lorraine Pires Araujo

Título do trabalho: Caracterização e germinação de *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer ex Heyne (Poaceae: Bambusoideae)

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 26 / 06 / 2019

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

CRISTHIAN LORRAINE PIRES ARAUJO

**CARACTERIZAÇÃO E GERMINAÇÃO DE *Dendrocalamus asper* (SCHULTES F.)
BACKER EX HEYNE (POACEAE: BAMBUSOIDEAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientadora:

Profa. Dra. Larissa Leandro Pires

Co-orientador:

Prof. Dr. Sérgio Tadeu Sibov

Goiânia, GO - Brasil

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Pires Araujo, Cristhian Lorraine
Caracterização e Germinação de *Dendrocalamus asper* (Schultes F.)
Backer ex Heyne (Poaceae: Bambusoideae) [manuscrito] / Cristhian
Lorraine Pires Araujo. - 2017.
79 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Larissa Leandro Pires; co-orientador Dr.
Sérgio Tadeu Sibov.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia,
2017.

Bibliografia.
Inclui lista de figuras, lista de tabelas.


1. bambu. 2. cultivo in vitro. 3. emergência. 4. cariópse. I.
Leandro Pires, Larissa , orient. II. Título.

CDU 631/635

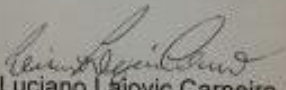


ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e nove dias do mês de setembro do ano de dois mil e dezessete (29.09.2017), às 08h00min, no Mini-auditório do PPGA, da Escola de Agronomia da UFG, reuniu-se a Banca Examinadora, composta pelos membros: Prof^o. Dr^a. Larissa Leandro Pires - Orientadora e Presidente da Banca, Prof^o. Dr^a. Renata Alves de Aguiar e Prof. Dr. Luciano Lajovic Carneiro, para a realização da sessão pública da defesa de Dissertação intitulada: "**Caracterização e germinação de *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer ex Heyne (Poaceae: Bambusoideae)**", de autoria de **Cristhian Lorraine Pires Araújo**, discente do curso de **Mestrado**, na área de concentração em **Produção Vegetal**, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFG. A sessão foi aberta pela presidente, que fez a apresentação formal dos membros da Banca e deu início as atividades relativas à defesa da Dissertação. Passou à palavra a mestranda que em quarenta minutos apresentou o seu trabalho. Após a exposição, a candidata foi arguida sequencialmente pelos membros da banca. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. De acordo com Resolução CEPEC 1403/2016, de 10 de junho de 2016 que regulamenta os Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* na UFG, a Banca Examinadora considerou a Dissertação "**APROVADA**", com as correções recomendadas, estando integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE** em Agronomia, na área de concentração em **PRODUÇÃO VEGETAL**, pela Universidade Federal de Goiás. A mestranda poderá efetuar as modificações sugeridas pela Banca Examinadora e encaminhar nova versão eletrônica da Dissertação à Secretaria do PPGA, no prazo máximo de trinta dias após a data da Defesa. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigo(s) científico(s), oriundo(s) dessa Dissertação, em periódicos de circulação nacional e, ou, internacional, depois de acatadas as modificações sugeridas. Para finalizar, a Presidente agradeceu os membros examinadores, congratulou-se com a mestranda e encerrou a sessão às 10h50min, para constar, eu Welinton Barbosa Mota, secretário do PPGA, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada pelos membros da Banca Examinadora, em quatro vias de igual teor.


Prof^o. Dr^a. Larissa Leandro Pires
Presidente da Banca - EA/UFG


Prof^o. Dr^a. Renata Alves de Aguiar
Membro - EA/UFG


Prof. Dr. Luciano Lajovic Carneiro
Membro - ICB/UFG

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha família, Divino Araújo da Silva, Eliane Pires da Silva, Cristhinny Sarah Pires Araújo e demais familiares, pelo apoio incondicional ao longo desses anos em todos os aspectos de minha vida.

Agradeço aos meus orientadores, professora Larissa Leandro Pires e professor Sérgio Tadeu Sibov, sempre presentes e grande fonte de incentivo. Agradeço também aos colegas de profissão e amigas, Mayara Wesley, Fernanda dos Santos e Júlia Coutinho, pelo companheirismo e enorme ajuda. Agradeço, ainda, aos técnicos Paulo Faria e Luizinho, por toda a contribuição, e estendo a todos os professores e funcionários que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho e conclusão do curso.

Agradeço aos meus amigos por todos os bons momentos e por se manterem juntos a mim nessa longa caminhada, especialmente aos queridos Felipe Faria Freitas, Taiza Gonçalves, Débora Leão, Haysa Nadinne e Patrícia Honorato.

Agradeço à querida Cris Hanny Pires Araújo, irmã e amiga, por todo o incentivo e as muitas e muitas horas de trabalho juntas, que foram essenciais para que estes e outros trabalhos fossem desenvolvidos. Muito obrigada pelos conselhos, ajuda e por ter se dedicado a este trabalho como se fosse seu.

Finalmente, agradeço às instituições que deram suporte para que este trabalho pudesse ser concretizado, à Universidade Federal de Goiás e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia pela oportunidade de realizar este curso, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE ESPÉCIES CITADAS E SEUS DESCRITORES	9
RESUMO	10
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 BAMBU E SUA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	16
2.2 MORFOLOGIA	18
2.2.1 Rizoma e raiz	18
2.2.2 Colmo, ramo e gema	19
2.2.3 Folha	21
2.2.4 Florescimento	22
2.2.5 Frutificação	24
2.3 PROPAGAÇÃO	27
2.3.1 Sexuada	27
2.3.2 Assexuada	29
2.3.2.1 Cultivo <i>in vitro</i>	31
2.4 APLICAÇÕES E COMÉRCIO	35
2.5 <i>Dendrocalamus asper</i>	38
3 MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE ESPIGUETAS E FRUTOS	40
3.2 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE PLANTAS JOVENS	41
3.3 GERMINAÇÃO EM CÂMARA GERMINADORA	43
3.4 EMERGÊNCIA EM TELADO	44
3.5 GERMINAÇÃO <i>IN VITRO</i>	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE ESPIGUETAS E FRUTOS	47
4.2 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE PLANTAS JOVENS	52
4.3 GERMINAÇÃO EM CÂMARA GERMINADORA	56
4.4 EMERGÊNCIA EM TELADO	61
4.5 GERMINAÇÃO <i>IN VITRO</i>	63
5 CONCLUSÕES	67
6 REFERÊNCIAS	68

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Diversidade da subfamília Bambusoideae por tribo e subtribo e por região para *Bambuseae* 16
- Tabela 2.** Descritores quantitativos para avaliação de espécies de bambu..... 42
- Tabela 3.** Caracterização de frutos com e sem glumas de *Dendrocalamus asper*..... 49
- Tabela 4.** Valores médios para descritores quantitativos de plantas jovens de *Dendrocalamus asper*, durante 170 dias após o transplântio. Goiânia, GO. 2016..... 533
- Tabela 5.** Valores médios de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de cariopses de *Dendrocalamus asper*, sob duas temperaturas de armazenamento e quatro tratamentos de frutos..... 57
- Tabela 6.** Valores médios de emergência total (ET) e índice de velocidade de emergência (IVE) de cariopses de *Dendrocalamus asper*, sob diferentes temperaturas de armazenamento e tratamento de frutos..... 62

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribuição natural de bambu e rattan no mundo (INBAR, 2012). 17
- Figura 2.** Morfologia do bambu (NMBA, 2004). 18
- Figura 3.** Classificação de acordo com o hábito de crescimento em bambus (NMBA, 2004). 19
- Figura 4.** Tipos de ramos de plantas de bambu: 1) ramo simples; 2) ramo duplo; 3 e 4) ramo triplo; 5) ramo múltiplo (Maoyi et al., 2007). 21
- Figura 5.** Morfologia de folhas em bambu (NMBA, 2004). 21
- Figura 6.** Diversidade de frutos de bambu: 1) *Bambusa blumeana*; 2) *Bambusa multiplex*; 3) *Bambusa longispiculata*; 4) *Cephalostachyum* sp.; 5) *Chimonobambusa marmorea*; 6) *Dendrocalamus asper*; 7) *Dendrocalamus strictus*; 8) *Dendrochloa dístans*; 9) *Elytostachys clavigera*; 10) *Gigantochloa nigrociliata*; 11) *Guadua aculeata*; 12) *Melocanna baccifera*; 13) *Nastus elegantissimus*; 14) *Ochlandra travancoria*; 15) *Oxytenanthera abyssinica*; 16) *Phyllostachys pubescens*; 17) *Pseudosasa japonica*; 18) *Melocalamus compactiflorus*; 19) *Sasa nebulosa*; 20) *Schizostachyum gracile*; 21) *Sinobambusa tootsik*; 22) *Bambusa copelandii* (Filgueiras, 1986). 25
- Figura 7.** Métodos de propagação em bambus (adaptado de Ahlawat et al., 2002). 27
- Figura 8.** Rotas para regeneração de plantas utilizando frutos e tecidos de mudas para propagação em cultura de tecidos (Zamora, 1994). 33
- Figura 9.** Locais de ocorrência confirmada de *Dendrocalamus asper* no Brasil (Filgueiras, 2015). 39
- Figura 10.** Teste de germinação de *Dendrocalamus asper*: A) Disposição de frutos com glumas em caixa plástica tipo Gerbox® sobre papel mata-borrão; B) Caixas plásticas tipo Gerbox® em câmara germinadora à 30°C. Goiânia, GO. 2016. 44
- Figura 11.** Disposição das bandejas de isopor contendo frutos de *Dendrocalamus asper* em substrato comercial, sob telado. Goiânia, GO. 2016. 45
- Figura 12.** *Dendrocalamus asper*: A) Espiguetas; B) Antécio fértil; C) Cariopse vista ventral; D) Cariopse vista dorsal. 47
- Figura 13.** *Dendrocalamus asper*: A) Espiguetas; B) Frutos tipo cariopse; C) Cariopses com resquícios de estruturas florais aderidas. 48

Figura 14. Planta jovem de <i>Dendrocalamus asper</i> : A) Rizoma e raízes; B) Colmos com hábito de crescimento simpodial; C) Planta variegada com emissão de novas folhas verdes. Goiânia, GO. 2016.....	544
Figura 15. Planta jovem de <i>Dendrocalamus asper</i> : A) folhas eretas e alternadas; B) limbo foliar e bainha pilosa; C) entrenó oco; D) lígula pilosa. Goiânia, GO. 2016.....	55
Figura 16. Variação de coloração em folhas de plantas jovens de <i>Dendrocalamus asper</i> : A) verde escuro; B) verde claro; C) variegada; D) albina. Goiânia, GO. 2016.....	55
Figura 17. Germinação de cariopses de <i>Dendrocalamus asper</i> , submetidas a diferentes tratamentos: A1. temperatura ambiente de $\pm 25^{\circ}\text{C}$; A2. temperatura controlada de $\pm 4^{\circ}\text{C}$; F1. frutos com gluma; F2. frutos sem gluma; F3. frutos com glumas imersos em água por 24h; F4. frutos com glumas imersos em ácido sulfúrico por 15 min.	60
Figura 18. Contaminação fúngica em frutos com glumas de <i>Dendrocalamus asper</i> em teste de germinação em câmara germinadora. Goiânia, GO. 2016.....	61
Figura 19. Emergência de cariopses de <i>Dendrocalamus asper</i> , em substrato comercial, submetidas a diferentes tratamentos: A1. temperatura ambiente de $\pm 25^{\circ}\text{C}$; A2. temperatura controlada de $\pm 4^{\circ}\text{C}$; F1. frutos com glumas; F2. frutos sem glumas; F3. frutos com glumas imersos em água por 24h; F4. frutos com glumas imersos em ácido sulfúrico por 15 min.....	63
Figura 20. Variação fenotípica de plântulas provenientes de germinação <i>in vitro</i> de cariopses de <i>Dendrocalamus asper</i>	65

LISTA DE ESPÉCIES CITADAS E SEUS DESCRITORES

Arundinaria gigantea (Walt.) Muhl.
Bambusa arnhemica F. Muell.
Bambusa bambos (L.) Voss
Bambusa blumeana Schult. & Schult.f.
Bambusa copelandii Gamble ex Brandis
Bambusa longispiculata Gamble ex Brandis
Bambusa multiplex (Lour.) Raeusch (Lour.) Raeusch
Bambusa nutans Wall ex. Munro
Cephalostachyum sp. Munro
Chimonobambusa marmorea (Mitford) Makino
Chusquea meyeriana Rupr. ex Döll
Dendrocalamus asper (Schultes f.) Backer ex Heyne
Dendrocalamus brandisii (Munro) Kurz
Dendrocalamus giganteus Munro
Dendrocalamus hamiltonii Nees et Arn. ex Munro
Dendrocalamus membranaceus Munro
Dendrocalamus sikkimensis Gamble ex Oliv.
Dendrocalamus strictus Ness
Dendrochloa distans C. E. Parkinson
Elytostachys clavigera McClure
Fargesia murielae (Gamble) T. P. Yi.
Gigantochloa nigrociliata (Buse) Kurz
Guadua aculeata Caldas
Guadua weberbaueri Pilg.
Mellocanna baccifera (Roxburgh) Kurtz ex Skeels
Melocalamus compactiflorus (Kurz) Benth.
Merostachys skvortzovii Send.
Mesosetum chaseae Luces
Nastus elegantissimus (Hassk.) Holttum
Ochlandra travancorica (Bedd.) Benth. ex Gamble
Ochlandra wightii (Munro) Fisch.
Oriza sativa L.
Oxytenanthera abyssinica (A. Rich.) Munro
Pariana sp. Aubl.
Phyllostachys meyeri McClure
Phyllostachys pubescens Mazel ex J. Houz.
Pseudosasa japonica (Siebold & Zucc. ex Steud.) Makino
Sasa nebulosa (Burb.) E.G.Camus
Schizostachyum gracile (Munro) Holttum
Sinobambusa tootsik (Makino) Makino ex Nakai
Thamnocalamus spathiflorus (Trin.) Munro
Thyrostachys siamensis Gamble
Urochloa brizantha cv. *marandu* (Hochst. ex A. Rich.) R. Webster

RESUMO

ARAUJO, C. L. P. **Caracterização e germinação de *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer ex Heyne (Poaceae: Bambusoideae)**. 2017. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.¹

O bambu possui potencial para substituir espécies florestais tradicionais, não havendo espécie florestal que possa competir em velocidade de crescimento e aproveitamento por área. De florescimento infrequente, os frutos raramente estão disponíveis e apresentam baixa viabilidade. Estudos sobre morfologia, germinação e emergência são importantes para a utilização adequada desse recurso no momento de sua disponibilidade. O objetivo deste trabalho foi caracterizar morfologicamente frutos, espiguetas e plantas jovens de *Dendrocalamus asper*, assim como avaliar técnicas para a potencialização de sua capacidade germinativa e de emergência. Para identificar as características morfológicas de frutos e espiguetas foram avaliados: largura, comprimento, massa fresca, peso de mil unidades, condutividade elétrica de massa, grau de umidade e características morfológicas externas. Para caracterização morfológica de plantas jovens foram avaliados 37 indivíduos, com base nas características vegetativas: características do colmo, ramificações e folhas. No teste de germinação e emergência foi adotado delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 frutos, esquema fatorial 2x4, totalizando oito tratamentos (duas temperaturas de armazenamento e quatro tratamentos de frutos), determinando-se: germinação total (GT), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência total (ET) e índice de velocidade de emergência (IVE). Em laboratório foi realizada germinação *in vitro* de frutos, em meio MS modificado com 5 mg.L⁻¹ de BAP, solidificado com ágar. Observou-se espiguetas fusiformes a elipsoide, glabras, de coloração palha com 5,94 mm de comprimento por 3,47 mm de largura e 0,02 g de massa, em média. O fruto é do tipo cariopse, fusiforme a subgloboso, com pericarpo liso, glabro e rígido, de coloração marrom, com 4,08 mm de comprimento por 2,56 mm de largura e 0,018 g de massa, em média. Para frutos com glumas (espiguetas): o peso de mil unidades foi de 18,749 g, com grau de umidade de 20% e condutividade elétrica de 33,16 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. Para frutos sem glumas: o peso de mil unidades foi de 16,184 g, grau de umidade de 11% e condutividade elétrica de 10,12 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. A planta jovem com 170 dias apresentou rizoma paquimorfo, colmo herbáceo, ereto, cilíndrico, piloso, de coloração verde a arroxeado, com média de 278,02 mm (64,61-419 mm) de altura e 3,83 mm (1,03-5,4 mm) de diâmetro. Entrenós pilosos, ocos e sem espinhos. Folhas do colmo eretas, pseudopecioladas, alternadas com coloração variando entre verde claro (46%), verde escuro (43%), variegada (8%) e albina (3%). Limbo foliar piloso, lanceolado com ápice rostrado. Bainha fechada, sem cerosidade, pilosa, de coloração verde a arroxeada, cobrindo todo o colmo. Lígula evidente e pilosa. As temperaturas de armazenamento e a interação entre temperaturas de armazenamento e tratamento de frutos não tiveram influência significativa na germinação e emergência das cariopses de *D. asper*. Os tratamentos dos frutos tiveram influência significativa na germinação e emergência das cariopses. O melhor tratamento (frutos sem glumas) apresentou em média 4,5% de germinação, índice de velocidade de germinação de 1,07, 2,5% de emergência e índice de velocidade de emergência de 0,20. A taxa de germinação *in vitro* foi de 65,85%. Concluiu-se os tratamentos dos frutos influenciam a capacidade germinativa de cariopses e a emergência de plântulas, sendo que a retirada das glumas

propicia melhores resultados. A germinação *in vitro* de *D. asper* é viável, sendo uma alternativa mais eficiente para o aumento da taxa de germinação da espécie.

Palavras-chave: bambu, cultivo *in vitro*, emergência, cariopse.

¹ Orientadora: Profa. Dra. Larissa Leandro Pires. EA-UFG.
Co-orientador: Prof. Dr. Sérgio Tadeu Sibov. ICB-UFG.

ABSTRACT

ARAUJO, C. L. P. **Characterization and germination of *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer ex Heyne (Poaceae: Bambusoideae)**. 2017. 79 f. Dissertation (Master in Agronomy: Vegetal Production) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.¹

Bamboo has the potential to replace traditional forest species, and there are no forest species that can compete in growth speed and area utilization. They have infrequent flowering, being the fruits rarely available and with low viability. Studies of morphology, germination and emergence are important for the adequate use of this resource at the time of its availability. The objective of this work was to characterize the morphology of fruits, spikelets and young plants of *Dendrocalamus asper*, as well as to evaluate techniques for the potentiation of the germination and emergence capacity of the fruits. To identify the morphological characteristics of fruits and spikelets were evaluated: width, length, fresh mass, weight of a thousand units, mass electrical conductivity, degree of humidity and external morphological characteristics. For the morphological characterization of young plants, 37 individuals were evaluated, based on vegetative characteristics such as the characteristics of the stem, branches and leaves. In the germination and emergence test, a completely randomized experimental design was used, with four replications of 50 fruits, a 2x4 factorial scheme in a total of 8 treatments (two storage temperatures and four fruit treatments), where was determined total germination (GT), germination speed index (IVG), total emergency (ET) and emergency speed index (IVE). *In vitro* germination of fruits was carried out in MS medium modified with 5 mg.L⁻¹ BAP, solidified with agar. The spikelet is fusiform to ellipsoid, glabrous, straw color with 5.94 mm long by 3.47 mm wide and 0.02 g mass, on average. The fruit is caryopse type, fusiform to subglobose, with smooth pericarp, glabrous and rigid, brown color, 4.08 mm long by 2.56 mm wide and 0.018 g mass, on average. For fruits with glumes (spikelets): the weight of a thousand units was 18.749 g, humidity degree of 20% and electrical conductivity of 33.16 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. For fruits without glumes: the weight of a thousand units was 16.184 g, humidity degree of 11% and electrical conductivity of 10.12 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. The young plant with 170 days presented a pachymorph rhizome, herbaceous stem, erect, cylindrical, pilous, green to purplish, with a mean of 278.02 mm (64.61-419 mm) in height and 3.83 mm (1, 03-5.4 mm) in diameter. Pilous internode, hollow and without thorns. Leaves of the stem erect, pseudopetiolate, alternated, with coloration ranging from light green (46%), dark green (43%), variegated (8%) and albino (3%). Pilous leaf limbus, lanceolate with rosy apex. Sheath closed, without cerosity, pilous, of greenish to purplish color, covering the whole culm. Clear and pilous ligule. Storage temperatures and interaction between storage temperatures and fruit treatment did not have a significant influence on the germination and emergence of *D. asper* caryopses. Fruit treatments had a significant influence on the germination and emergence of *D. asper* caryopses. The best treatment (fruits without glumes) had on average 4.5% of germination, germination rate index of 1.07, 2.5% of emergence and index of emergency speed of 0.20. The *in vitro* germination rate was 65.85%. It was concluded that the treatments of fruits influence the germination capacity of caryopses and the emergence of seedlings, and the removal of glumes were the best results. The *in vitro* germination of *D. asper* is viable, being a potentially more efficient alternative to the increase of the germination rate of the species.

Key words: bamboo, *in vitro* culture, emergence, caryopse.

¹ Adviser: Profa. Dra. Larissa Leandro Pires. EA-UFG.
Co-Adviser: Prof. Dr. Sérgio Tadeu Sibov. ICB-UFG.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente desmatamento e pressão sobre as florestas tropicais e áreas de reflorestamento, torna-se cada vez mais necessária a busca por materiais renováveis e soluções alternativas capazes de atenuar em parte este processo (Pereira, 2012). A cobertura florestal na maioria dos países tropicais está diminuindo em velocidade alarmante (Schmidt, 2000). Por consequência, aumenta-se o interesse da comunidade científica e do mercado pela obtenção de mudas de espécies florestais alternativas e sustentáveis. O bambu (família Poaceae) torna-se, assim, um possível substituto aos cultivos florestais tradicionais (Jaramillo, 1992).

O bambu possui 116 gêneros e mais de 1.400 espécies espalhadas pelo mundo, localizadas em sua maior parte na Ásia e na América, e em menor número na África e Oceania, não sendo encontradas espécies nativas na Europa (BPG, 2012). Apesar de algumas de suas espécies serem facilmente adaptáveis às diversidades ambientais, a maioria requer condições úmidas, com precipitação anual entre 1.000 mm e 1.500 mm e temperaturas entre 15°C e 20°C (Salgado, 2014).

O bambu é um dos recursos florestais não-madeireiros mais importantes do mundo (INBAR, 2012), conhecido como o ouro verde do século XXI (Londoño, 2011). Representa um dos recursos que leva menos tempo para ser renovado, não havendo nenhuma espécie florestal que possa competir em velocidade de crescimento e aproveitamento por área (Jaramillo, 1992). Os rendimentos das plantações de bambu variam consideravelmente de acordo com as espécies, o manejo e a localização. Espécies de alto rendimento podem produzir mais de 30 t.ha⁻¹.ano⁻¹ de matéria seca (Poppens et al., 2013). É uma cultura perene, com rebrota após o corte, e sem a necessidade de replantio, de crescimento acelerado, com diversas espécies disponíveis e usos variados, como na construção civil, artesanato, paisagismo, combate a erosão, carvão, movelaria, indústria têxtil, alimentícia, cosmética, madeireira, celulose, etc. Assim, a importância do bambu como matéria-prima ecológica, capaz de atender às múltiplas necessidades das pessoas em geral, está ganhando aceitação global (Singh & Richa, 2016).

No mundo, as florestas de bambu cobrem uma área estimada de 37 milhões de ha, equivalente a 3,2% da cobertura florestal total mundial (FAO, 2010). O mercado interno de produtos de bambu e rattan nos principais países produtores foi estimado em US\$ 34,2 bilhões, com US\$ 2,5 bilhões adicionais de comércio internacional (INBAR, 2012). Em 2005, o Brasil relatou possuir 9,3 milhões de ha de floresta de bambu, ocupando 2,1% da área florestal total do País (FAO, 2005).

Nos últimos anos houve um grande aumento da demanda mundial de bambu, e o resultado disso são altas taxas de extração do recurso em *habitats* naturais. Assim, existe a necessidade de plantações em larga escala para atender essa demanda (Ahlawat et al., 2002). Daí a importância de estudos que facilitem a produção comercial de florestas de bambu (Ito et al., 2010).

Contudo, a literatura brasileira apresenta escassez de publicações específicas que abordem a morfologia de frutos e sementes (Groth & Liberal, 1988), necessárias para a identificação e diferenciação de espécies, reconhecimento de plantas a campo, armazenamento e conservação de frutos e sementes, etc. Na maioria das espécies de bambus o florescimento é um evento incomum (Silva, 2005), os frutos raramente estão disponíveis, além de terem normalmente baixa viabilidade (França, 2011). Desta forma, esse tipo de conhecimento científico é de suma importância para a utilização adequada desse recurso no momento de sua disponibilidade (Thapliyal et al., 2015). Além disso, esse tipo de conhecimento é essencial para a proteção das espécies, pois para a maioria das plantas a conservação do germoplasma é feita por meio de sementes e frutos, permitindo a manutenção não só da integridade, mas também da diversidade genética (Faria, 2011).

Assim, para que o bambu seja visto como uma alternativa viável, são necessários estudos envolvendo as potenciais espécies, suas caracterizações e avaliações quanto às suas devidas aplicações (Generoso, 2014). Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar morfológicamente frutos, espiguetas e plantas jovens de *Dendrocalamus asper*, assim como avaliar técnicas para a potencialização da capacidade germinativa dos frutos e emergência de plântulas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BAMBU E SUA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Dentre as Angiospermas, a família Poaceae é uma das mais diversificadas, com representantes de grande importância na economia mundial, como o milho, o arroz, o trigo, a cevada e a cana-de-açúcar. De acordo com GPWG (2001), esta é a quarta maior família em número de espécies no mundo, totalizando 793 gêneros e 10 mil espécies, distribuídas em todas as regiões do planeta. Apresenta doze subfamílias: Anomochlooideae, Aristidoideae, Arundinoideae, Bambusoideae, Centothecoideae, Chloridoideae, Danthonioideae, Ehrhartoideae, Panicoideae, Pharoideae, Pooideae e Puelioideae.

A subfamília Bambusoideae é constituída por 116 gêneros e 1.439 espécies (BPG, 2012), tendo como um dos representantes o bambu, o qual se distribui em três tribos (Tabela 1): *Olyreae* (bambus herbáceos, com 122 espécies), *Bambuseae* (bambus lenhosos de clima tropical, com 784 espécies) e *Arundinarieae* (bambus lenhosos de clima temperado, com 533 espécies) (Sungkaew et al., 2009; BPG, 2012).

Tabela 1. Diversidade da subfamília Bambusoideae por tribo e subtribo e por região para *Bambuseae*.

Táxon	Número de gêneros	Número de espécies
<i>Arundinarieae</i>	28	533
<i>Bambuseae</i>	66	784
Neotropical	19	377
Arthrostylidiinae	14	172
Chusqueinae	1	160
Guaduinae	5	45
Paleotropical	47	407
Bambusinae	28	264
Hickeliinae	8	33
Melocanninae	10	88
Racemobambosinae	1	22
<i>Olyreae</i>	21	122
Burgersiochloinae	1	1
Parianinae	2	36
Olyrinae	18	85
Total para subfamílias	116	1.439

Fonte: BPG (2012).

Os bambus são conhecidos como as maiores gramíneas do mundo, e se distinguem das demais plantas por apresentarem colmo, complexa ramificação, um sistema de rizomas robusto e floração infrequente. São encontrados desde o nível do mar até altitudes de 4.800 m (Salgado, 2014).

As espécies nativas estão distribuídas em quase todos os continentes, excetuando-se na Europa (Figura 1), sendo: 67% delas do Continente Asiático e Oceania, 30% das Américas e 3% da África (Lopez, 2003).

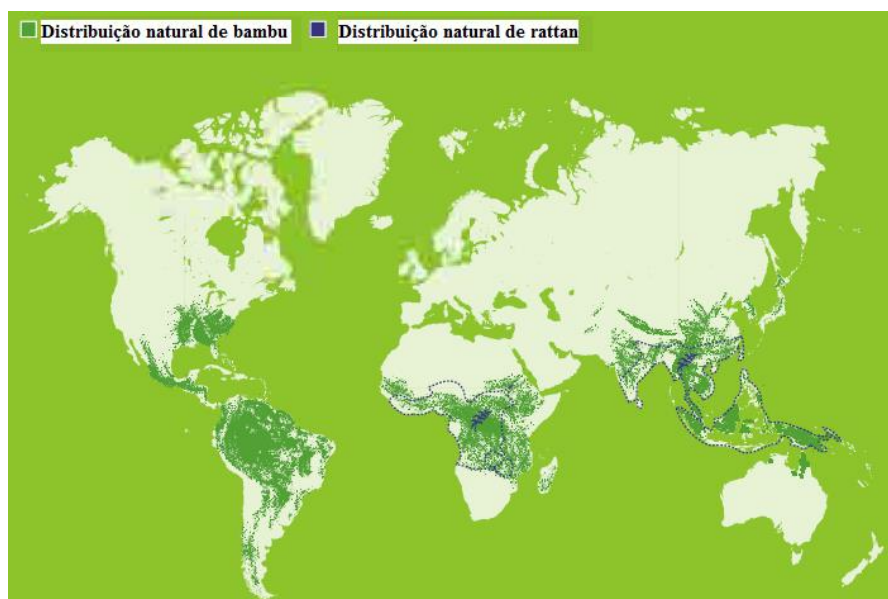


Figura 1. Distribuição natural de bambu e rattan no mundo (INBAR, 2012).

A ocorrência de plantas de bambu no mundo pode ser dividida em três regiões: região da Ásia e do Pacífico, região da América latina e região da África. Alguns estudiosos reconhecem outra região de introdução de espécies de bambu, a região da Europa e América do Norte, sendo que não há espécies nativas na Europa, e apenas alguns são encontrados na América do Norte. A região da Ásia e do Pacífico é a maior área de distribuição de bambu no mundo, apresentando grandes florestas, com diversas espécies e uma área representando 80% do total de toda a floresta de bambu do mundo (Maoyi et al., 2007). A Ásia é o principal centro de diversificação de bambus, no qual existem cerca de 44 gêneros e 600 espécies (Li, 1998).

O Brasil, maior país da América do Sul, possui a maior diversidade de espécies de bambus dentre os países das Américas, contando com 48 gêneros e 288 espécies, das quais 172 são endêmicas (FAO, 2005; Carvalho et al., 2015). Os domínios fitogeográficos

de ocorrência da subfamília Bambusoideae no Brasil são: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal (Carvalho et al., 2015), sendo que somente a Mata Atlântica abriga 65% das espécies distribuídas no País (Filgueiras & Gonçalves, 2004). No Brasil, conforme a região, o bambu é popularmente conhecido como taquara, taboca, taboca-açu, taquara-açu, etc. (Fonseca, 2007).

2.2 MORFOLOGIA

De acordo com Silva (2005), embora sejam gramíneas, os bambus possuem hábito arborescente, apresentando parte subterrânea composta por rizomas e raízes, e parte aérea constituída pelos colmos, folhas e ramificações (Figura 2).

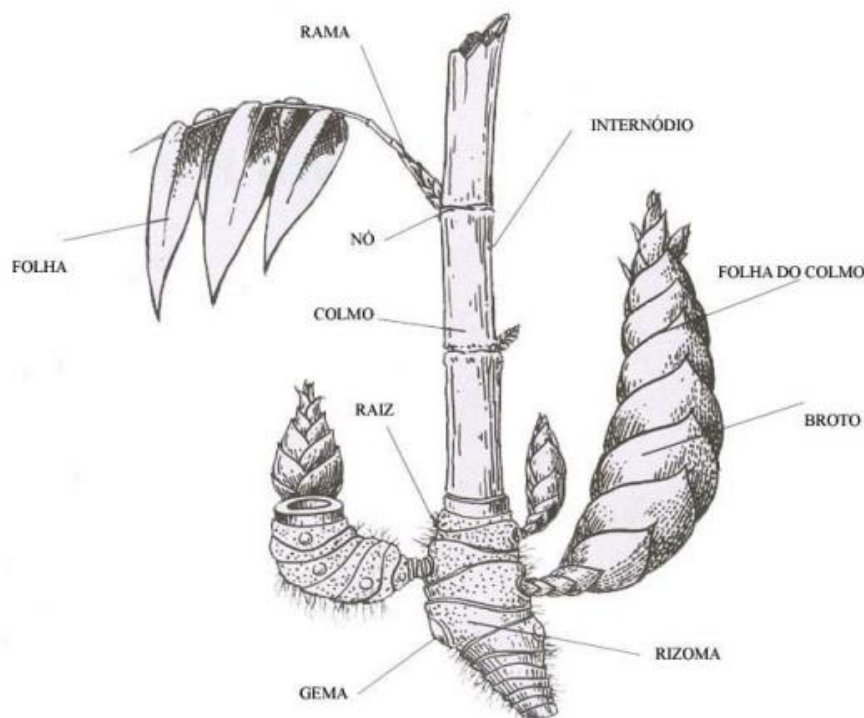


Figura 2. Morfologia do bambu (NMBA, 2004).

2.2.1 Rizoma e raiz

O rizoma é um caule subterrâneo dotado de nós e entrenós, e folhas reduzidas a escamas, que se desenvolve paralelamente à superfície do solo (Silva, 2005). Os bambus são classificados em duas categorias de acordo com seu hábito de crescimento: entouceirantes (simpodiais ou paquimorfos), que se desenvolvem por meio de rizomas

curtos, grossos e de crescimento limitado, que afloram à superfície do solo para dar origem a um novo colmo; e alastrantes (monopodiais ou leptomorfos), que se estendem lateralmente com grande rapidez graças ao desenvolvimento de rizomas compridos, delgados e de crescimento ilimitado (Salgado, 2014). De acordo com Teixeira (2006), muitos autores sugerem a existência de uma terceira classe, os semi-entouceirantes (anfipodiais ou anfimorfos), que apresentam ambas características (Figura 3).

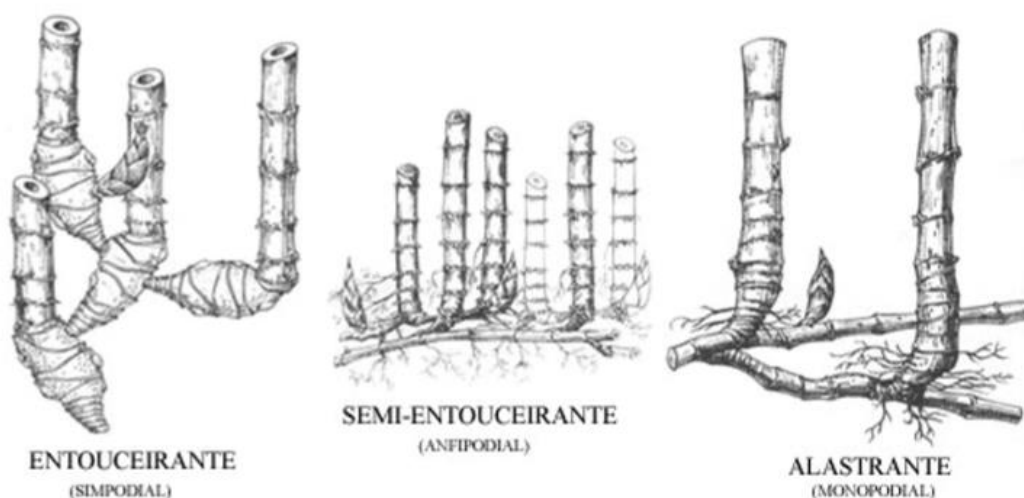


Figura 3. Classificação de acordo com o hábito de crescimento em bambus (NMBA, 2004).

As verdadeiras raízes do bambu crescem a partir dos anéis dos rizomas, sendo bem mais finas que estes. O bambu é uma planta monocotiledônea, portanto, sua raiz é fasciculada, não apresentando raiz principal (Salgado, 2014). As raízes proporcionam ancoragem no solo e possibilitam a absorção e distribuição de água e nutrientes para outras partes da planta. A maioria das raízes subterrâneas de plantas de bambu (75% a 85%) concentra-se nas camadas superiores do solo, perto da superfície e em profundidades de até 35 cm; raramente penetram mais de 1,0 m abaixo da superfície do solo. Em algumas espécies de bambus, as raízes também podem aparecer nas porções acima do solo (INBAR, 2015).

2.2.2 Colmo, ramo e gema

O colmo é o caule especializado das espécies das famílias Poaceae e Cyperaceae. Esta estrutura não se ramifica e distingue-se do estipe por apresentar todo o

comprimento nitidamente dividido em gomos, denominados entrenós, que são separados uns dos outros por discos transversais (diafragmas), que aparecem externamente como nós. Na maioria das espécies de bambu, a medula se desintegra durante o desenvolvimento do colmo, de modo que ele se torna oco, formando o chamado colmo fistuloso. Porém, existem também aqueles com ausência completa de lúmen (espaço interno vazio), apresentando colmo maciço (Silva, 2005; Brasil, 2009a).

O colmo origina-se de uma gema ativa do rizoma e compõe a parte aérea dos bambus, dando sustentação aos ramos e folhas. Como o bambu não apresenta crescimento radial, o colmo já surge com o seu diâmetro máximo na base e afunila-se em direção ao ápice, assumindo forma cônica (Silva, 2005). Os colmos podem apresentar tamanhos diversos, desde bambus que não passam de 50 cm de altura, até outros que atingem 30 m de altura e 30 cm de diâmetro (Generoso, 2014).

Os colmos são partes que facilmente distinguem uma espécie de outra, por terem tamanhos, diâmetros, cores e texturas diferenciadas. Podem ser agrupados em quatro grupos: estritamente eretos; eretos com arqueamento nas pontas; estritamente ascendentes e trepadores; e eretos na base e ascendentes na parte superior (Salgado, 2014). Do ponto de vista agrônomo, o colmo é a parte mais importante do bambu, uma vez que é a matéria-prima demandada pela construção civil, fabricação de papel, tecido, pisos, móveis e outras utilidades (Silva, 2005).

Os ramos de bambu também consistem em entrenós e nós, onde há anel de ramificação semelhante ao anel do colmo. Uma vez que espécies de bambu têm diferentes tipos de ramos, torna-se também uma das partes importantes na sua identificação e classificação (Maoyi et al., 2007). Os ramos desenvolvem-se a partir das gemas nos nós dos colmos, e os galhos só aparecem após o colmo ter completado seu ciclo de alongamento (Silva et al., 2011a).

Os ramos são classificados em quatro tipos (Figura 4): 1. ramo simples, caracterizado por um único ramo que brota de cada nó; 2. ramo duplo, no qual cada nó possui dois ramos, um grosso e um fino; 3. ramo triplo, no qual cada nó tem três ramos com espessuras semelhantes; e 4. ramo múltiplo, no qual se inclui a maioria das espécies de bambus simpodiais, com cada nó apresentando vários ramos (Maoyi et al., 2007).

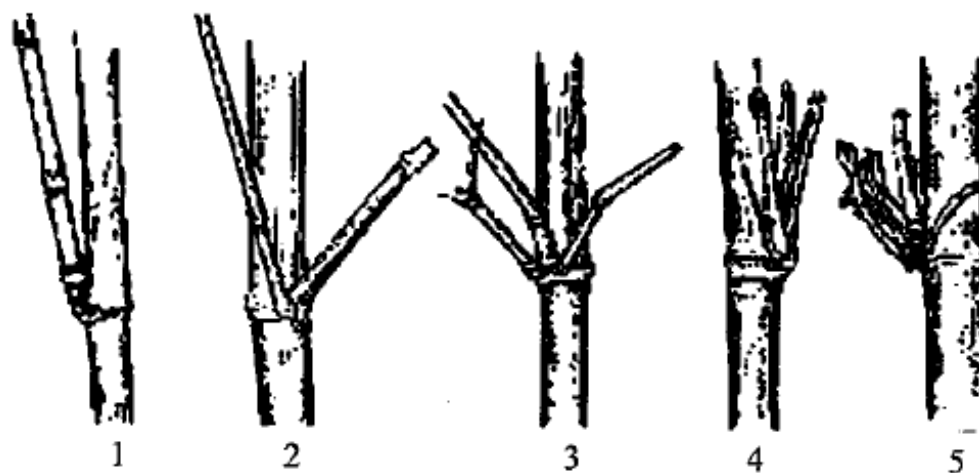


Figura 4. Tipos de ramos de plantas de bambu: 1) ramo simples; 2) ramo duplo; 3 e 4). ramo triplo; 5) ramo múltiplo (Maoyi et al., 2007).

As gemas estão localizadas nos rizomas e nos colmos, e podem dar origem a novos rizomas, colmos, ramos e folhas (gemas vegetativas); ou flores (gemas florais). A gema do colmo é o rudimento de uma nova estrutura, um tecido de crescimento (meristema), habitualmente formada na axila de uma folha, e protegida pelas folhas do colmo. Nos rizomas, a gema é lateral e permanece a maior parte do tempo dormente ou inativa (Brasil, 2009a; Salgado, 2014).

2.2.3 Folha

Existem dois tipos básicos de folhas em bambu: as folhas do colmo e as folhas de ramos (Figura 5). As folhas do colmo e os complementos do broto são as estruturas morfológicas da primeira fase de crescimento da planta, enquanto os ramos e as folhas de ramos são características da segunda fase de crescimento (Calderón & Soderstrom, 1980).

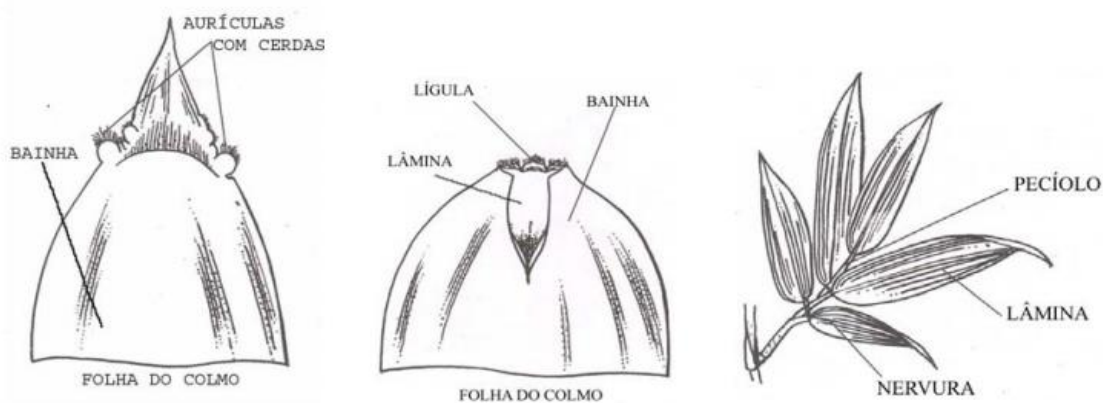


Figura 5. Morfologia de folhas em bambu (NMBA, 2004).

As folhas do colmo cobrem o colmo, sendo sua função proteger o broto que cresce. São formadas pela bainha, aurícula, lígula e limbo (Figura 5). As características da bainha variam de acordo com as diferentes espécies. Quando o colmo cresce, as folhas podem ser precocemente decíduas, tardiamente decíduas ou persistentes. As aurículas geralmente se encontram nos dois lados do ápice da bainha. A maioria das bainhas tem lígulas; porém, algumas espécies não as possuem ou apresentam degeneração de lígulas na bainha do colmo. A cor, altura, largura, forma do ápice das lígulas, presença de pelos e de pó variam com as espécies. Já a lâmina está situada no ápice da bainha, e como é a parte menos desenvolvida da folha do colmo, ela geralmente é desconsiderada, sendo toda a estrutura chamada de "bainha" na literatura (Calderón & Soderstrom, 1980; Maoyi et al., 2007).

As folhas de ramos apresentam lâmina com maior desenvolvimento. São produzidas lateralmente nos ramos na maioria dos casos, sendo periodicamente substituídas. O número de folhas em um ramo varia dentro de gêneros e espécies (Calderón & Soderstrom, 1980). As folhas são lanceoladas e pseudopecioladas, compostas por bainha e lâmina foliar com diferentes funções. Respondem pela função de elaborar as substâncias necessárias ao rápido crescimento da planta por meio da fotossíntese. Por conta da raridade e da infrequência de florescimento em plantas de bambu, as características taxonômicas das folhas (dimensão, formato da lâmina e presença de pelos) são fundamentais para a identificação das espécies (Silva, 2005; Generoso, 2014).

2.2.4 Florescimento

As flores do bambu estão dispostas em uma inflorescência, a qual constitui-se em um ramo ou ramos associados que emergem da ráquis primária, apresentando-se como panículas ou espigas (Salgado, 2014). No entanto, Calderón & Soderstrom (1980) esclarecem que em muitos casos, o desenvolvimento de inflorescências não se limita às partes distais dos ramos ou colmos, mas a todas as partes da planta onde o tecido meristemático permite, a partir da base da planta. Os autores citam ainda que a maior complexidade das inflorescências desta planta, torna inadequados os termos tradicionais utilizados nas descrições de gramíneas, como espiga, racemo e panícula.

As flores de plantas de bambu compartilham as mesmas estruturas comuns daquelas das demais gramíneas. Cada flor, sob a circunstância normal, apresenta de três a seis estames e um ovário, podendo algumas vezes, apresentar dois em uma flor anormal

(Maoyi et al., 2007). As flores ficam abertas cerca de 2-3 horas e depois se fecham; em clima seco esse processo ocorre ainda mais rapidamente (Seethalakshmi & Pillai, 2003).

Existem espécies de bambus entomófilas (polinização das flores por ação de insetos), como as do gênero *Pariana*, e anemófilas (polinização das flores por ação dos ventos), como *Ochlandra travancorica*, *Dendrocalamus strictus* e *Chusquea meyeriana*, (Bogdan, 1960), sendo este tipo de polinização o mais usual (Janzen, 1976; Venkatesh, 1984).

A abertura das flores possivelmente ocorre pela manhã, quando as espiguetas são intensamente visitadas por abelhas, que atuariam como importantes agentes auxiliares na liberação e dispersão do pólen pelas correntes de ar e, conseqüentemente, contribuiriam para a polinização pelo vento (Bogdan 1960; Guilherme & Ressel, 2001). Muitas vezes não se considera que a abelha seja uma polinizadora efetiva, já que ela ignora as flores no período em que apenas o estigma está receptivo (Bogdan 1960; Venkatesh, 1984). Em relação aos outros visitantes florais, é possível que dípteros atuem acidentalmente como polinizadores, devido à sua baixa frequência de visitas às flores (Guilherme & Ressel, 2001).

O florescimento em bambu pode ocorrer em plantas de um a cento e vinte anos de idade, enquanto algumas espécies florescem, mas jamais frutificam (Salgado, 2014). Embora não se conheçam as causas do florescimento em bambu, sabe-se que fatores fisiológicos e climáticos, bem como ataques de insetos pragas e patógenos, influenciam em sua ocorrência (Azzini & Pio, 1982).

Por serem eventos raros, o florescimento e, conseqüentemente, a polinização e frutificação em bambu são fenômenos pouco estudados (Banik, 1994; Guilherme & Ressel, 2001; Huang et al., 2002; Salgado, 2014). Uma das razões é que ciclos reprodutivos em bambu podem ser maiores do que a vida profissional ativa de um pesquisador individual, de modo que uma pessoa geralmente não tenha a oportunidade de observar um ciclo completo, ou realizar experimentos relevantes (Li et al., 2006).

Os bambus apresentam três tipos de florações: a esporádica, que ocorre apenas em algumas plantas de uma população, sendo que ao florescer a planta ou parte dela morre; a sincrônica ou gregária, que ocorre simultaneamente em todas as plantas de uma população, podendo toda a população morrer; e a floração de estresse, que ocorre quando a planta é submetida a uma agressão ou uma forte adversidade ambiental, podendo ocorrer o florescimento em apenas uma parte da planta (Silva, 2005).

O florescimento sincrônico ou gregário resulta em intensa frutificação. Geralmente ocorre durante períodos de um ou dois anos, e pode estar associado ao acréscimo explosivo nas populações de certas espécies predadoras de sementes e frutos do bambu, ocasionado pela disponibilidade de grandes quantidades de frutos nutritivos (Janzen, 1976; Douangboupha et al., 2003). Frutos de bambu são altamente palatáveis para vários animais, incluindo roedores, aves, bovinos, insetos, cervídeos, porcos, rinocerontes e elefantes (Janzen, 1976; Douangboupha et al., 2003; Battacharya et al., 2006).

A floração gregária provavelmente evoluiu em resposta às atividades de predadores dos frutos (Janzen, 1976). Se fossem produzidas apenas quantidades relativamente pequenas de frutos em qualquer ano, a predação seria tão grande que a reprodução das matrizes estaria em risco. Assim, estas florescem simultaneamente e produzem uma grande quantidade de frutos que, mesmo com a ação dos predadores, nem todos os frutos são atacados, sendo estes responsáveis pela multiplicação das plantas da próxima geração. Outra explicação é que a floração gregária é um dispositivo para favorecer a polinização cruzada, garantindo maior variabilidade dos frutos formados. Os bambus são essencialmente plantas de sub-bosque, ambiente no qual a velocidade do vento geralmente é baixa; assim, a polinização pelo vento deve ser bastante incerta. Desta forma, a floração gregária de plantas anemófilas nestas condições pode aumentar consideravelmente a possibilidade de cruzamento (Jackson, 1981).

2.2.5 Frutificação

Quando as plantas de bambu chegam a formar frutos, normalmente é devido a um grande esforço de perpetuação da espécie. A produção de frutos em grande quantidade muitas vezes é fatal para o bambu (Salgado, 2014). Além do que, a produção de frutos viáveis é geralmente baixa, devido à baixa polinização e viabilidade do pólen (Huang et al., 2002).

O fruto do bambu apresenta grande diversidade de formas (Figura 6). Na maioria das vezes, é seco, chamado de cariopse (fruto indeiscente com uma única semente, no qual o pericarpo e o tegumento da semente estão aderidos), não muito maior do que um grão de arroz ou de trigo (Generoso, 2014). Cariopse é o fruto típico de Poaceae, genericamente denominado de grão (Brasil, 2009a).

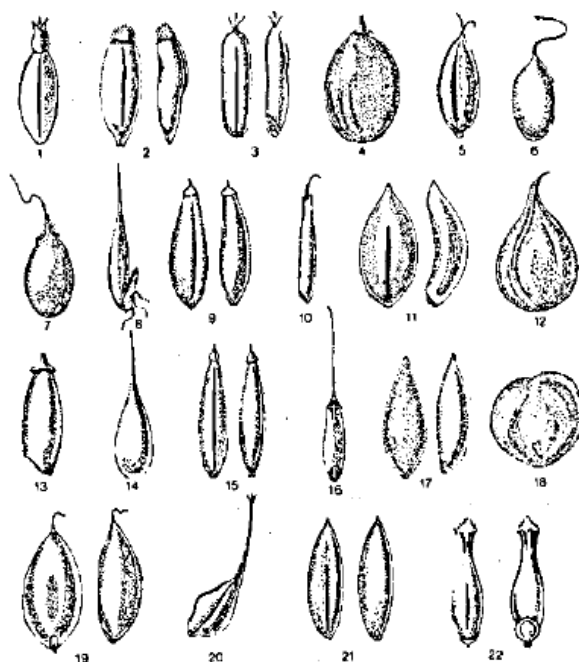


Figura 6. Diversidade de frutos de bambu: 1) *Bambusa blumeana*; 2) *Bambusa multiplex*; 3) *Bambusa longispiculata*; 4) *Cephalostachyum* sp.; 5) *Chimonobambusa marmorea*; 6) *Dendrocalamus asper*; 7) *Dendrocalamus strictus*; 8) *Dendrochloa distans*; 9) *Elytostachys clavigera*; 10) *Gigantochloa nigrociliata*; 11) *Guadua aculeata*; 12) *Melocanna baccifera*; 13) *Nastus elegantissimus*; 14) *Ochlandra travancoria*; 15) *Oxytenanthera abyssinica*; 16) *Phyllostachys pubescens*; 17) *Pseudosasa japonica*; 18) *Melocalamus compactiflorus*; 19) *Sasa nebulosa*; 20) *Schizostachyum gracile*; 21) *Sinobambusa tootsik*; 22) *Bambusa copelandii* (Filgueiras, 1986).

Ainda não existe um acordo geral sobre a terminologia a ser usada para descrever os frutos das Poaceae (Barker, 1994). Muitas vezes, o fruto do bambu e das outras gramíneas, de forma geral, é erroneamente denominado de semente. Filgueiras (1986), em um estudo sobre o conceito de fruto em gramíneas e seu uso na taxonomia, explica que o termo semente é usado ora para designar a cariopse propriamente dita, ora para designar a cariopse mais os envoltórios que a acompanham. O autor explica ainda que, quando agrônomos e pecuaristas referem-se a "sementes de milho" ou "sementes de arroz", estão tecnicamente referindo-se a estruturas bem mais complexas do que a semente. Segundo Schmidt (2000), semente é, no sentido botânico estrito, constituída pelo embrião envolvido por tecido nutritivo (endosperma ou perisperma) e pela testa ou tegumentos protetores. No entanto, o termo semente é geralmente usado no sentido mais amplo para definir a unidade de dispersão (diásporo) como um todo, que em algumas espécies compreende partes do fruto. Neste sentido, frutos secos, tais como cariopses, aquênios e

sâmaras, são também incluídos (Roberts, 1972; Schmidt, 2000). Será referido como fruto ou cariopse neste estudo, levando-se em consideração que nesse caso, a unidade de dispersão não é uma semente verdadeira no sentido botânico estrito.

Os frutos de bambu podem ser classificados em três tipos facilmente reconhecidos por suas características morfológicas: a cariopse, em que o pericarpo é membranoso, fino, macio e aderido ao revestimento da semente com sutura ventral; a noz, com pericarpo cru, duro, liso, separado do revestimento da semente e sem sutura ventral; e a baga, em que o pericarpo é carnoso, espesso e separado do revestimento da semente (Filgueiras, 1986; Pandalai et al., 2002; Thapliyal et al., 2015).

A temperatura e umidade adequadas para o armazenamento variam com o tipo de fruto e a espécie. Sob condições ambientais, os frutos de bambu são viáveis por menos de um ano (Seethalakshmi & Pillai, 2003), variando geralmente de um a oito meses, de acordo com a espécie (Thapliyal et al., 2015). Porém, é relatado que cariopse e noz podem ser estocados por até cinco anos, utilizando-se métodos de armazenamento a seco com controle de umidade e temperatura. Não são relatados métodos para armazenamento de frutos do tipo baga (Pandalai et al., 2002).

O armazenamento destes frutos é primordial, pois sua viabilidade restringe a distância a que estes podem ser utilizados longe da fonte original (Schmidt, 2000). Na escala internacional, as espécies com baixa viabilidade, como é o caso do bambu, são propensas a deterioração durante o transporte, mesmo em sistemas eficientes. Tais problemas podem afetar a realização de pesquisas e a troca de germoplasma entre países, e conseqüentemente, a introdução do bambu no mercado e o uso das espécies de forma geral.

Desta maneira, episódios de florescimento em espécies de bambu devem ser monitorados e reportados, e os frutos produzidos devem ser distribuídos o mais rápido possível entre instituições e pesquisadores. Somente assim consegue-se aproveitar ao máximo a oportunidade de gerar conhecimento quando esse raro evento ocorre.

É importante salientar assim, a relevância das atividades de grupos específicos relacionados ao bambu, como por exemplo a Rede Brasileira do Bambu (RBB), Associação Brasileira dos Produtores de Bambu (Aprobambu) e a Rede Bambu Goiás. Essas iniciativas mantêm o contato entre pesquisadores, técnicos, estudantes, empresários, profissionais e lideranças políticas da cadeia produtiva de bambu. Com isto, facilita-se e promove-se a difusão e discussão do conhecimento técnico-científico e de práticas

inovadoras na aplicação do bambu e de seus múltiplos usos. Isso permite que sua cadeia produtiva se desenvolva e seja mais significativa na economia do País.

2.3 PROPAGAÇÃO

As plantas se regeneram e multiplicam-se de duas maneiras: por meio de partes vegetativas (galhos, ramos, raízes e folhas), chamada de propagação assexuada, e/ou por meio de sementes ou frutos, chamada propagação sexuada (Schmidt, 2000). Em geral, cada espécie de bambu possui uma forma apropriada de propagação (Figura 7), devido às suas características genéticas (Manhães, 2008).

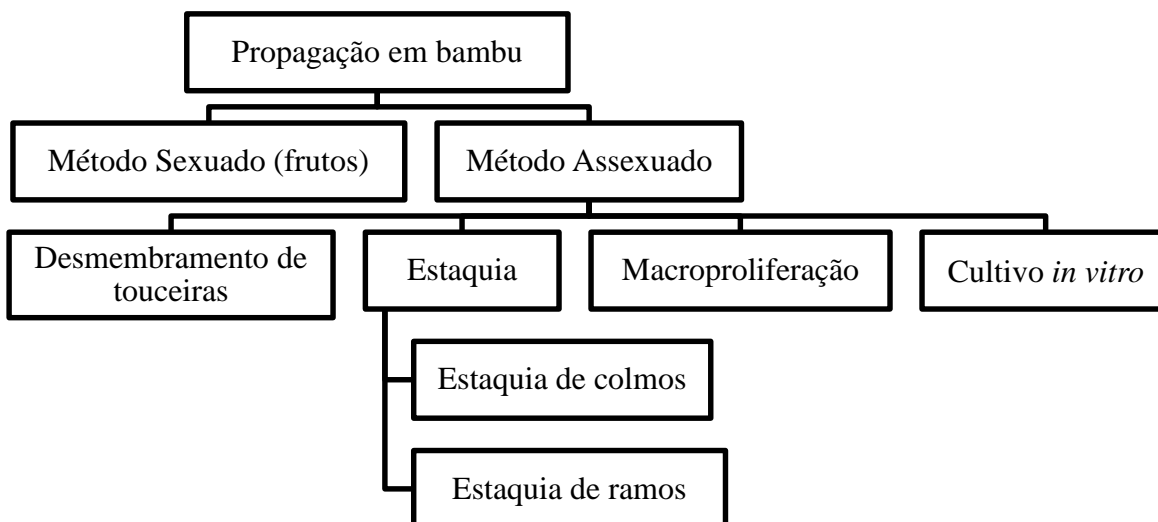


Figura 7. Métodos de propagação em bambus (adaptado de Ahlawat et al., 2002).

2.3.1 Sexuada

A propagação sexuada pode ocorrer nas espécies que possuem frutos disponíveis com certa frequência, como a *D. strictus* e *Bambusa bambos*, ou ainda em casos específicos e raros, cujos frutos estejam disponíveis após eventos de floração (Rao, 1994; Pandallai et al., 2002).

Apesar deste não ser o método de propagação mais comum, torna-se muito importante para a conservação de material genético e manutenção da variabilidade, tanto em populações naturais quanto para a formação de bancos de germoplasma. As sementes ou frutos são únicos na regeneração e propagação naturais, por constituírem em composições genéticas únicas, resultantes da mistura de material genético parental (por meio do cruzamento entre os cromossomos durante a meiose em óvulos e pólen e a combinação aleatória de gametas durante a fertilização). O resultado é a variação genética da prole, o que, por sua vez, aumenta a adaptabilidade ecológica das espécies (Schmidt, 2000).

Além disso, a regeneração de populações naturais inteiras de bambus após o florescimento sincrônico e morte das plantas, muitas vezes ocorre a partir de propagação sexuada (Huang et al., 2002; Li et al., 2006), conforme observado com as espécies de *Guadua weberbaueri* por Smith (2000), de *Fargesia murieliae* por Li et al. (2006), e de taquara-lixá (*Merostachys skvortzovii*) por Negrelle & Veiga (2015). E ainda, os frutos de bambu seriam o melhor material para plantações em larga escala; além disto, devido ao seu pequeno tamanho, podem ser facilmente transportados (Rao, 1994).

Entretanto, além de raros, têm baixa viabilidade, sendo assim úteis como propágulos somente por curto período de tempo (Poppens et al., 2013; Singh et al., 2016). Por apresentarem grande variação genética, existe desuniformidade entre as mudas formadas, tanto em termos botânicos como físicos (Salgado, 2014), não sendo interessante do ponto de vista da produção comercial de mudas.

Outro problema é devido aos episódios de florescimento sincrônico. Neste caso, toda a população de bambu floresce, frutifica e morre simultaneamente. Após o florescimento sincrônico, ocorre a produção de enormes quantidades de frutos, e estes são alvos de intensa predação. Vários estudos constatam que o consumo de sementes e frutos por animais e insetos tem impacto na abundância, distribuição, evolução e ciclo de vida das plantas (Cuaranhua, 2010). Sendo uma das principais desvantagens deste tipo de propagação (Kumar & Banerjee, 2014). Esse tipo de florescimento é indesejável e sua ocorrência constante em determinada espécie limita sua utilização para qualquer atividade industrial, principalmente para a produção de celulose e papel (Azzini & Pio, 1982). Assim, o método sexuada de propagação é limitado pelas características de floração e frutificação infrequentes da maioria das espécies de bambu.

É relatado que frutos recém colhidos de *D. asper* atingem altas taxas germinativas, de 75% a 80% (Thapliyal et al., 2015). Na literatura são encontrados valores de germinação bastante irregulares, tanto entre as espécies do gênero *Dendrocalamus*, quanto entre populações da mesma espécie deste gênero: de 70% para *D. giganteus*, 55% para *D. sikkimensis* (Ahlawat et al., 2002), e 24,4-31,1% para *D. hamiltonii* (Adebi & Doost, 2013). Na espécie *D. strictus* foram encontrados valores variando de 1% a 83% em diferentes populações (Anantachote, 1985).

2.3.2 Assexuada

A maioria das espécies de bambus possui longos intervalos reprodutivos. Assim, são pouco dependentes da reprodução sexuada, apresentando um complexo sistema de rizomas, permitindo que uma única plântula estabelecida se espalhe por uma grande área (Pohl, 1991). A obtenção de mudas por meio desse processo, apesar de limitada para o plantio de grandes áreas, tem sido fundamental na implantação da maioria das florestas de bambu (Salgado & Godoy Júnior, 2002).

Em comparação com a propagação sexuada, a vegetativa pode ser uma opção melhor para a multiplicação de bambu, mas também apresenta vários problemas (Roy et al., 2014). Exige um grande número de plantas matrizes que geram propágulos e mudas volumosas, demandando maiores gastos com manutenção e transporte (Salgado, 2006) dependência sazonal, baixa taxa de sobrevivência e enraizamento limitado dos propágulos (Singh et al., 2013). Além disso, a maioria dos bambus mantém um período vegetativo definido antes da floração; assim, as plantas clonadas dessas matrizes ainda mantêm este tempo, podendo florescer e morrer simultaneamente. O tempo de floração é controlado geneticamente, e não pelas condições do ambiente. Isto é demonstrado por registros de estacas de bambus plantadas a milhares de quilômetros de seus parentes, que em condições climáticas bastante diferentes, florescem ao mesmo tempo das matrizes das quais foram retiradas (Jackson, 1981). Li et al. (2006) relataram um caso em que todas as plantas de *F. murieliae*, na Europa e na América do Norte, foram propagadas vegetativamente a partir de uma única planta do Monte Shennongjia, na China, o centro de origem dessa espécie. As plantas foram introduzidas nos EUA e na Europa em 1960, e entraram em florescimento em 1993-1998, após 33-38 anos. Esta foi a primeira floração simultânea relatada desde 1907, o ano de registro desta espécie, e seu intervalo de florescimento havia sido estimado

em cerca de 90-110 anos. Assim, nota-se que as plantas introduzidas no Ocidente como um clone vegetativo, mantiveram a idade vegetativa da planta original.

Em produções comerciais, essa incerteza relativa à época de floração das plantas é indesejável. Muitas vezes a idade das plantas matrizes não pode ser determinada, correndo-se o risco de toda a floresta plantada a partir dessas matrizes entrar em floração simultânea poucos anos após sua implantação.

Contudo, na reprodução assexuada, todas as plantas geradas serão clones da planta mãe. A vantagem da clonagem é que é possível selecionar material de propagação de plantas mãe de características conhecidas e desejadas (Poppens et al., 2013).

A propagação vegetativa do bambu pode ser realizada via desmembramento de touceira, estaquia, macroproliferação ou micropropagação (Ahlawat et al., 2002; Ronald, 2005; Fonseca, 2007; Salgado, 2014; INBAR, 2015). O desmembramento de touceira pode ocorrer por transplântio direto ou por rizomas. No transplântio direto, as mudas obtidas são constituídas por um colmo completo, com rizomas, raízes, ramos e folhas. Esse método pode ser usado em bambus alastrantes e entouceirantes e possui alta taxa de pegamento; porém, é muito trabalhoso, apresentando baixo rendimento e gerando mudas grandes e pesadas. A propagação por rizomas parte igualmente de um desmembramento de touceira, e pode ser realizada com ou sem a presença de parte do colmo. Esta apresenta maiores vantagens do que o método anterior, no que se refere à economia de material, transporte, facilidade de preparo e obtenção (Salgado, 2014; INBAR, 2015).

A propagação por estaquia pode ocorrer por estacas de colmos ou ramos, sendo a melhor, mais econômica e mais fácil maneira de se multiplicar o bambu disponível. Na estaquia de colmos, a muda é formada por um pedaço do colmo, de um ou dois anos de idade, possuindo vários nós com gemas ou ramos. Já na estaquia de ramos, estes devem ser retirados rente ao colmo principal. Nos dois casos, podem ser plantados vertical ou horizontalmente (Fonseca, 2007; Salgado, 2014).

As técnicas de clonagem mais utilizadas para bambus tropicais são por meio de estaca de ramos e colmo, e parcelamento de rizomas. Nestes métodos, as novas plântulas são cultivadas a partir de brotos saudáveis em seções de rizoma, colmo ou ramos. Os bambus temperados são clonados pela divisão de touceiras (Poppens et al., 2013).

Na macroproliferação, mudas jovens geradas a partir de frutos são cultivadas durante seis meses a um ano. Durante esse período, os rizomas são separados das mudas e propagados. Por aproximadamente três meses, essas mudas se desenvolvem, das quais

algumas são mantidas no viveiro para futuras multiplicações, e as restantes são disponibilizadas para plantação de campo. Este ciclo pode ser repetido todos os anos, para a produção de mudas no estabelecimento de plantações em grande escala. As vantagens são que um grande número de mudas pode ser produzido a partir de quantidades limitadas de frutos, e o estoque pode ser mantido no berçário para que todos os anos possa ser usado sem a necessidade de refazer as instalações (Pandalai et al., 2002). Porém, geralmente esse método é adequado somente para espécies que produzem frutos com certa frequência (Mudoj et al., 2013).

2.3.2.1 Cultivo *in vitro*

A falta de métodos adequados para a propagação visando plantios industriais em grandes áreas (Generoso, 2014), e a obtenção de matéria-prima padronizada para um mercado cada vez mais exigente em quantidade e padrão de qualidade, são dois dos principais desafios para o cultivo do bambu em larga escala (Araujo et al., 2015). O bambu é um recurso natural retirado de populações naturais há milhares de anos, por pessoas em economias rurais. No entanto, nas economias industriais, essa prática leva a uma considerável super exploração e ao rápido esgotamento dos recursos. Na Índia, por exemplo, 99% do bambu total demandado é fornecido a partir de florestas naturais (Agnihotri & Nandi, 2009). Estimativas gerais sobre o uso futuro do bambu indicam que haverá grande escassez de material de plantio (Mudoj et al., 2013). Considerando a importância de se produzir e disponibilizar grande número de material de plantio, o cultivo de tecidos vegetais *in vitro* surge com uma alternativa para a produção em larga escala (Araujo et al., 2015).

O cultivo de plantas *in vitro* ocorre em ambiente artificial, sob condições assépticas e controladas, de células vegetais isoladas, tecidos ou órgãos, que podem dar origem a plantas inteiras, diretamente do explante, ou indiretamente por meio de calos (Xiao et al., 2011). O explante é qualquer parte separada da planta destinada ao uso *in vitro*, que podem ser: raízes, hipocótilos, epicótilos, cotilédones, flores, folhas, grãos de pólen, embriões, óvulos, nós, gemas axilares ou gemas apicais (Cid, 2010). A cultura de tecidos vegetais pode ser realizada a partir de vários métodos, como a germinação *in vitro*, embriogênese somática, micropropagação, indução de brotos adventícios por meio de calos, sementes artificiais, etc. (Zamora, 1994).

A cultura de tecidos apresenta algumas desvantagens, como a possibilidade de contaminação por fungos e bactérias, a ocorrência de necroses e oxidação de explantes e brotos, a ocorrência de variações somaclonais, e as baixas porcentagens de enraizamento e de sobrevivência durante a fase de aclimatização (Generoso, 2014). É um método altamente sofisticado, com alto custo na instalação dos laboratórios e de materiais, necessidade de treinamento de pessoal, etc. (Salgado, 2014).

Por outro lado, a cultura de tecidos possui diversas vantagens em relação aos métodos tradicionais de propagação, permitindo multiplicar determinadas espécies de bambu de forma rápida, em larga escala e livre de doenças, gerando clones das plantas mães previamente selecionadas, ou seja, geneticamente uniformes (Mudoj et al., 2013; Thapa et al., 2015), a partir de uma fonte limitada de propágulos. Permite o uso de diferentes partes da planta como explante, as quais não são tradicionalmente utilizadas, além do tamanho compacto desses propágulos (Zamora, 1994), e a possibilidade de viabilizar a conservação de germoplasma selvagem (Mudoj et al., 2013; Thapa et al., 2015). Outras vantagens seriam a necessidade de espaço físico reduzido, manutenção do material vegetal sob condições livres de estresses bióticos e abióticos e a independência de fatores sazonais (Cid, 2010).

Essas técnicas podem ser eficientemente usadas para a obtenção de mudas de espécies economicamente importantes, que apresentam dificuldades de propagação para a produção comercial de mudas e possuam, assim, potencial para atender à demanda de material vegetal de bambu (Ribeiro et al., 2016; Torres et al., 2016).

Na propagação *in vitro*, as mudas produzidas geralmente apresentam-se mais vigorosas do que bambus propagados de forma tradicional, exigindo muito menos trabalho intensivo, comparada à propagação por estacas (França, 2011). Oferece ainda a possibilidade de acelerar estudos sobre as espécies, tentando induzir a floração *in vitro* em bambus (Singh et al., 2013), que além do possível uso em hibridação intergenética ou interespecífica, pode ser útil para recuperar frutos de bambu que, por sua vez, podem ser usados para propagação (Zamora, 1994).

Como já abordado anteriormente, por ser uma planta monocárpica, as mudas desenvolvidas serão todas tão antigas quanto a planta matriz e tendem a florescer e morrer simultaneamente. Arya et al. (1999), trabalhando com germinação *in vitro* de frutos de bambu, e realizando a propagação *in vitro* de brotos gerados a partir desses frutos, acreditam que as plantas propagadas durem uma vida completa de 100 a 120 anos.

Frutos e sementes germinadas *in vitro* fornecem explantes assépticos para outros sistemas de propagação, como a micropropagação, a formação adventícia de brotos e embriogênese somática (Figura 8). Os frutos são germinados em um meio suplementado com hormônios de crescimento para induzir a formação de múltiplos brotos, e a multiplicação adicional é realizada por cultura de segmentos nodais, pela separação de brotos individuais ou aglomerados. A formação de múltiplos brotos a partir de frutos germinados é um meio de propagação assexuado de genótipos selecionados (Zamora, 1994), mantendo assim, a uniformidade dos materiais propagados, com o benefício da obtenção de plantas jovens com idade determinada.

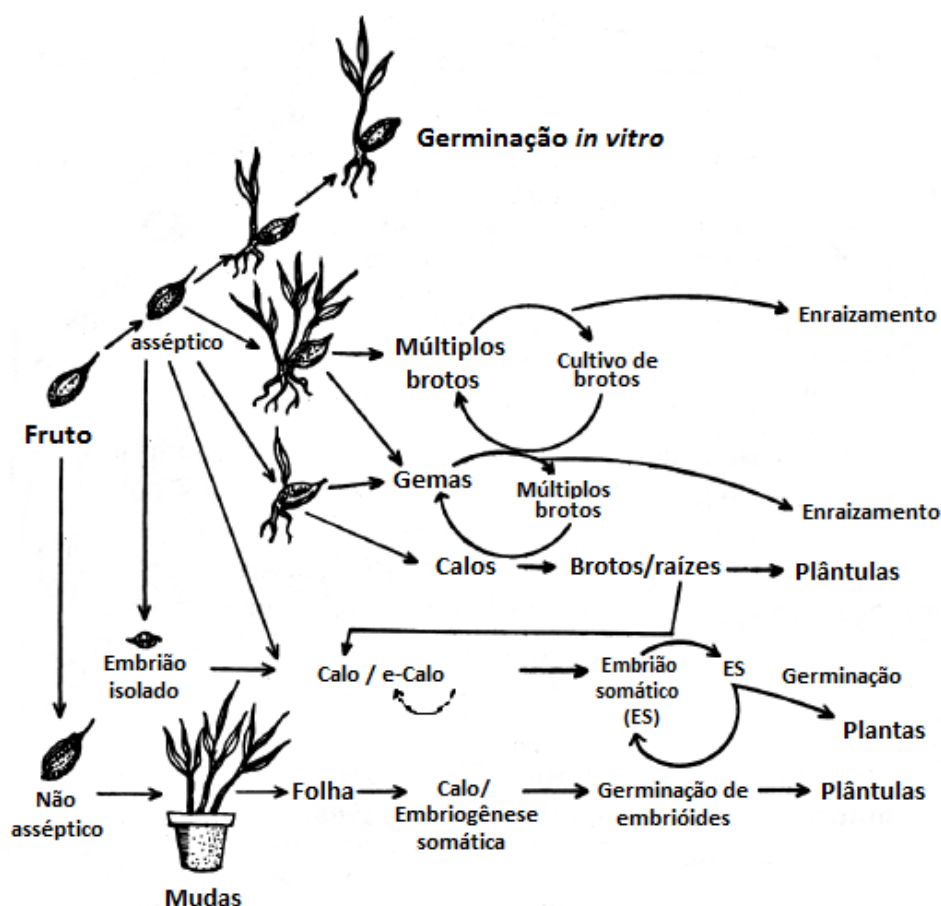


Figura 8. Rotas para regeneração de plantas utilizando frutos e tecidos de mudas para propagação em cultura de tecidos. (Zamora, 1994).

Os protocolos de cultura de tecidos baseados em explantes de tecido juvenil de bambu, como os frutos, apresentam a vantagem do maior número de genótipos em cultura, podendo-se garantir maior diversidade das espécies (Mudoj et al., 2013). A disponibilidade de variabilidade genética vegetal por meio de métodos de conservação constitui um

requerimento básico à continuidade de programas de melhoramento, essenciais ao desenvolvimento de genótipos de elevada importância comercial (Cid, 2010). Para mais, os frutos suportam melhor o estressante passo inicial para a introdução no cultivo *in vitro*, a desinfestação (Zamora, 1994).

Assim, além de útil na conservação de germoplasma *ex situ*, a germinação *in vitro* de frutos de bambu pode viabilizar a propagação massal de plantas, superando o problema do ciclo monocárpico e tornando-se uma alternativa para a produção comercial de mudas. Ademais, os frutos de bambu são incomuns e possuem baixa viabilidade, assim, otimizar o ambiente de desenvolvimento, como no cultivo *in vitro*, pode aumentar as taxas de germinação e sobrevivência das plântulas, aproveitando esse raro recurso da melhor forma.

A pesquisa e o interesse sobre a cultura de tecidos de bambu vêm crescendo e atraindo muita atenção. A micropropagação tem sido pesquisada em vários países da Ásia, com trabalhos publicados há muitos anos. De acordo com Mudoj et al. (2013), o primeiro relatório sobre cultura de tecido de bambu bem-sucedido foi de Alexander & Rao em 1968, que descreveram a cultura embrionária de *D. strictus*. Apesar da vantagem apresentada em relação aos outros métodos, no Brasil poucos grupos têm desenvolvido trabalhos científicos envolvendo essa técnica com bambu (Lemos et al., 2006; Salgado, 2014).

Protocolos e relatórios documentando a propagação de bambu por meio de técnicas *in vitro* vêm sendo publicados durante as últimas três décadas (Singh et al., 2013; Kumar & Banerjee, 2014). A multiplicação e estabelecimento de *D. asper* foram relatadas, com sucesso, por alguns autores utilizando como explantes, segmentos nodais (Arya et al., 2008b; Generoso, 2014; Kumar & Banerjee, 2014; Araujo et al., 2015), embriões zigóticos (Arya et al., 1999) e inflorescências (Arya et al., 2008a). Arya et al. (1999) relataram utilizar a germinação *in vitro* de frutos de *D. asper* para a geração de mudas assépticas, porém não informaram os dados sobre as taxas germinativas.

Os trabalhos sobre germinação de frutos *in vitro* de espécies de bambu são escassos. Assim, é necessário primeiramente, estabelecer protocolos e definir as melhores condições para o desenvolvimento destas plantas nessas condições, sendo que, somente assim, será possível aplicar essas técnicas de propagação à produção comercial e à conservação em espécies de bambu.

2.4 APLICAÇÕES E COMÉRCIO

As indústrias globais de bambu se desenvolveram muito rapidamente nas últimas décadas. Somente na China, o maior país produtor e exportador de produtos de bambu e rattan, o valor da produção nacional da indústria de bambu aumentou de US\$ 13,1 bilhões em 2010, para US\$ 19,5 bilhões em 2012. O valor de exportação de produtos de valor agregado (como painéis de bambu projetados, móveis de bambu, etc.) aumentou mais rápido do que os de produtos tradicionais (como esteiras, tapetes e telas de bambu e rattan) (INBAR, 2012).

Os asiáticos demonstram maior tradição no manuseio do bambu (Salgado, 2014), sendo a China, Indonésia, Vietnã, Filipinas, Singapura, Tailândia, Malásia e Birmânia os principais países produtores e exportadores. Em 2012, as exportações mundiais de produtos de bambu e rattan foram de US\$ 1,8 bilhões, sendo que somente a Ásia representou 85% do valor global. A União Européia e os EUA também são importantes exportadores, pois fornecem produtos de bambu de valor agregado com as matérias-primas e os produtos semi-processados que importam. A Europa, Ásia e América do Norte constituíram, coletivamente, 93% das importações mundiais. Outros importadores foram o Canadá, Cingapura, Austrália, Rússia e Coreia (INBAR, 2012). No Brasil, a comercialização em relação ao bambu ainda é dispersa e informal (Manhães, 2008) e, apesar dos seus inúmeros benefícios, os fabricantes e designers têm dificuldade de comprar a matéria-prima no País, pois as plantações comerciais para esse fim são reduzidas (Almeida, 2016).

O bambu é um material extremamente versátil e pode ser utilizado como matéria-prima para diversos produtos, como: celulose e papel, álcool etílico, amido, alimento, açúcares, carvão e carvão ativado, cosméticos, medicamentos, têxtil, paisagismo, planta forrageira, biomassa geral e energética, artesanato, laminados, compósitos, carrocerias, embalagens, mobiliários, instrumentos musicais, etc. (Salgado, 2014).

Os povos orientais utilizam o bambu como alimento humano e animal há vários séculos. Algumas de suas espécies oferecem excelente forragem para animais domésticos, como porcos, gado, cavalos, carneiros, etc., e diversos animais selvagens se alimentam constantemente deste em *habitats* naturais, como ratos, veados, tatus, etc. (Salgado, 2014). Provavelmente o exemplo mais conhecido é o bambu como alimentação básica dos ursos panda, animais nativos e endêmicos da China (Wei et al., 1999).

A utilização do bambu como elemento principal e secundário em diversos pratos é uma característica típica da cozinha oriental, sendo muito usado o broto, e quando disponível os frutos (Salgado, 2014). No Brasil, sua utilização como alimento é pouco difundida (Silva, 2005). Porém, a globalização tem aproximado cada vez mais o mundo e aos poucos os hábitos vêm sendo assimilados (Oliveira, 2011).

Devido ao caráter informal do setor de móveis de bambu, não se sabe realmente como este está se desenvolvendo no País, mas possui grande potencial por sua característica de “madeira ecológica”, a qual agrega valor e ganha o mercado externo (Manhães, 2008). O uso desta matéria-prima na movelaria, construção civil e indústria ainda se encontram em estágio bastante rudimentar no Brasil, e a inconstância na oferta da matéria-prima de qualidade e padronizada é um dos principais fatores restritivos à expansão da indústria moveleira nacional (Silva, 2005). O valor global de exportação de produtos de móveis de bambu e rattan foi de US\$ 290,4 milhões em 2012, que representaram 15% da exportação mundial de produtos de bambu e rattan (INBAR, 2012).

O tecido produzido com fibras de bambu possui transpiração e frieza excepcional, isso porque a secção transversal da fibra é repleta de micro vilosidades e micro furos, mantendo melhor absorção de umidade e ventilação (Salgado, 2014). Em 2012, o valor global das exportações de produtos tecidos de bambu foi de US \$ 476,3 milhões, cerca de 25% do mercado mundial de exportação (INBAR, 2012). O bambu apresenta características agrônômicas e tecnológicas altamente desejáveis na obtenção de celulose (Silva, 2005), como a alta resistência e a baixa porosidade, possuindo fibras compridas e estreitas, que produz o papel mais resistente do mercado (Salgado, 2014).

O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de carvão vegetal do mundo (Manhães, 2008), e o bambu como biomassa para a geração de energia tem grande potencial, tanto na forma de lenha como para a produção de carvão (Silva, 2005). O valor de exportação de carvão de bambu, artigos à base de papel de bambu e polpa de bambu foi de coletivamente cerca de US\$ 57 milhões (INBAR, 2012).

O bambu é reconhecidamente um dos materiais mais versáteis para a produção de artesanato. Isto se deve ao fato de ser uma matéria-prima barata e que demanda ferramentas simples para sua transformação (Silva, 2005). No Brasil é comum a utilização de bambu no artesanato, como utensílios de cozinha, cestos, instrumentos musicais, luminárias, mensageiros do vento, varas de pescar, etc. Os indígenas brasileiros são

conhecidos por utilizá-lo para construções de habitações e confecção de diversos artefatos, como flautas, flechas, cestos, prendedores, etc. (Teixeira, 2006).

A migração japonesa exerceu forte influência na introdução de espécies de bambu no Brasil (Tombolato et al., 2012), o qual tem grande importância na cultura oriental, sendo marca registrada nos jardins japoneses e chineses. Desde o seu uso como planta ornamental em canteiros de residências ou edifícios, em vasos e floreiras, divisórias em propriedades rurais, parques e jardins e nas fazendas, assim como no combate à erosão, ou na conservação e complementação de estradas rodoviárias ou ferroviárias, o bambu tem enorme importância no paisagismo (Salgado, 2014).

No setor da construção civil, o uso do bambu é bastante difundido na Ásia e em outros países da América Latina, como Peru, Equador, Costa Rica e Colômbia, onde vários exemplos de edificações confirmam sua potencialidade (Silva, 2005). Sua beleza e características estruturais vêm atraindo a atenção de muitos profissionais da área de arquitetura e engenharia, utilizando-o como matéria-prima em seus projetos, trazendo-lhe mais visibilidade. Seu uso pode ocorrer de diversas formas, tanto o uso do colmo inteiro como elemento estrutural, como em bambu laminado colado, concreto reforçado, tubulações hidráulicas, andaimes, etc.

No meio rural, o uso do bambu para construções já ocorre de forma rudimentar e é facilitado pela abundância da matéria-prima disponível (Oliveira, 2011). Possui diversos outros usos, como a confecção de balaios ou jacás, tutores, telados, ferramentas, utensílios, cercas, etc. O bambu é uma matéria-prima com grande potencial para a melhoria da qualidade da habitação rural brasileira (Silva, 2005).

É também utilizado para recuperação de áreas degradadas e na proteção de taludes contra a erosão ou deslizamentos (Silva, 2005), devido ao extensivo sistema radicular, densa folhagem que protege o solo do impacto de gotas de chuva e alta taxa de crescimento (França, 2011). Além disso, apresenta outro benefício, o sequestro de CO₂ da atmosfera (Almeida, 2016).

O uso industrial do bambu traz muitos benefícios, por ser um recurso renovável e ambientalmente sustentável, sendo uma planta com grande poder de regeneração e produção de biomassa; incentiva a economia cultural, permitindo a incorporação da arte, do *design* e arquitetura nos produtos de bambu, com a agregação da criatividade a esses bens, potencializando a sua competitividade; e a empregabilidade e geração de riqueza (oferta de emprego e oportunidades de renda), que contribuem para a melhoria da

qualidade de vida local/regional, para a valorização social das populações do campo e, sobretudo, para a fixação das famílias no campo (Almeida, 2016).

2.5 *Dendrocalamus asper*

A espécie *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne pertence à tribo Bambuseae, a mais numerosa e de ampla distribuição da subfamília Bambusoideae. Esta tribo é considerada a de maior interesse dentro desta subfamília, por ter grandes utilidades econômicas, ecológicas e culturais (Silva Filho, 2006).

Dentro da tribo Bambuseae, *Dendrocalamus* é o segundo maior gênero, compreendendo 52 espécies. Entre estas estão os maiores bambus do mundo, vários atingindo de mais de 30 m de altura. A maioria das espécies deste gênero está associada a áreas de alta precipitação ou a *habitat* montanhoso (Seethalakshmi & Pillai, 2003; Meredith, 2009). Suas espécies são caracterizadas por apresentarem rizomas com hábito de crescimento simpodial, desenvolvendo-se em grandes e densos aglomerados (Pattanaik, 2015).

Nativo do Sudeste Asiático, é uma espécie amplamente cultivada em toda a Ásia Tropical (Meredith, 2009). Desenvolve-se em regiões tropicais úmidas e em regiões subtropicais, preferindo solos ricos (Pereira & Beraldo, 2007). Foi introduzida no Brasil provavelmente entre as décadas de 1950 e 1960, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) (Tombolato et al., 2012). No País é popularmente conhecida como bambu balde ou bambu gigante (Filgueiras & Gonçalves, 2004), sendo frequentemente identificada erroneamente como *Dendrocalamus giganteus* (Greco, 2013), devido à falta de informações para a identificação e diferenciação das espécies de bambu (Meredith, 2009).

Os domínios fitogeográficos de sua ocorrência no Brasil são o Cerrado e a Mata Atlântica. Possui ocorrência confirmada nas regiões (Figura 9): Nordeste (Bahia), Centro Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso), Sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) e Sul (Paraná, Santa Catarina) (Filgueiras, 2015).

A espécie mede de 12 m a 30 m de altura, apresenta colmos com diâmetro de até 20 cm. Desenvolve-se a pleno sol e suporta temperaturas de até -4°C (Meredith, 2009). É um bambu entouceirante, com rizoma simpodial, que apresenta colmos eretos na base e arqueados no ápice, com poucas ramificações na porção basal (Greco, 2013). Possui florescimento esporádico, mas também pode apresentar florescimento gregário

ocasionalmente (Banik, 2016). Tem ciclo monocárpico de cerca 100 a 120 anos (Arya et al., 1999).



Figura 9. Locais de ocorrência confirmada de *Dendrocalamus asper* no Brasil (Filgueiras, 2015).

A espécie é muito valorizada pela produção de brotos comestíveis, além do uso como matéria-prima para diversos fins, como para artesanato, construção predial, paisagismo e serviços ambientais (Almeida, 2016). Além disso, é uma espécie de bambu com grande potencial, em razão de seu rápido crescimento e expressiva biomassa (Pereira & Beraldo, 2007). No Brasil é usado como matéria-prima para construção, artesanatos e movelaria, sendo também objeto de pesquisas em bambu laminado colado (Greco, 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Dendrocalamus asper* foram oriundos da coleção de bambus da Fazenda dos Bambus, em Pardinho, SP, sendo provenientes de diversas plantas. Estes foram coletados no período de julho a agosto de 2015, ao apresentarem características de final de maturação, e doados pelo Instituto Jatobás em janeiro de 2016.

A pesquisa foi realizada na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (EA/UFG), em Goiânia, Goiás, localizada na região central do Estado de Goiás, nas coordenadas geográficas 16° 41' de latitude Sul, 49° 16' a oeste de Greenwich, com altitude média de 741 m (Estação Evaporimétrica de Primeira Classe Goiânia - GO, 2015). Na EA/UFG, os frutos foram selecionados manualmente, sendo descartados aqueles malformados ou danificados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE ESPIGUETAS E FRUTOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes da EA/UFG, durante os meses de fevereiro e março de 2016. A caracterização foi feita em frutos com glumas (espiguetas) e sem glumas, selecionados aleatoriamente, em trinta repetições, determinando-se:

- Largura e comprimento: determinados por meio de paquímetro digital. Considerou-se como comprimento a região compreendida entre a base e o ápice do fruto, e a largura foi determinada em sua porção mediana e transversal.
- Características morfológicas externas: determinando-se visualmente, o tipo, forma, coloração, textura, consistência e presença de pilosidade.
- Massa fresca: determinada por meio de pesagem em balança analítica de precisão.

Além desses, determinou-se ainda:

- Peso de mil unidades: essa determinação foi realizada segundo as recomendações das Regras para Análise de Sementes – RAS para peso de mil sementes (Brasil, 2009b). Foram pesadas oito repetições de 100 frutos com e sem glumas, em balança analítica de precisão. Em seguida, calculou-se o coeficiente de variação, atestando-se um valor inferior a 4%. O peso de mil unidades foi obtido multiplicando-se o peso médio de cem frutos por dez.
- Condutividade elétrica de massa: realizado conforme a metodologia proposta por Vieira & Krzyzanowski (1999). Quatro amostras com 25 frutos com e sem gluma, previamente pesadas em balança analítica de precisão, foram embebidas em 75 mL de água destilada e mantidas em câmara tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) à temperatura de 25°C. Após 24 horas, a condutividade elétrica da solução foi determinada por meio de condutímetro. O aparelho foi calibrado com solução comercial de cloreto de potássio (KCl) para apresentar condutividade de 1.408 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ a 25°C.
- Grau de umidade: essa determinação foi realizada segundo as recomendações adaptadas das Regras para Análise de Sementes – RAS para grau de umidade (Brasil, 2009b). Duas amostras de 1 g de frutos com e sem glumas, pesadas em balança analítica de precisão, foram colocadas em recipientes metálicos sem tampa, e secas em estufa à $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas. Após este período, as amostras foram novamente pesadas. A porcentagem de umidade foi calculada aplicando-se a fórmula:

$$\% \text{ de Umidade} = \frac{(\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) \times 100}{\text{Peso inicial}}$$

Os dados referentes à caracterização de frutos são apresentados de forma descritiva.

3.2 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE PLANTAS JOVENS

Mudas de *D. asper*, provenientes de germinação e cultivo *in vitro* por dois meses, foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 5,0 L, contendo substrato vegetal comercial, e mantidas em casa de vegetação do Setor de Horticultura da EA/UFG, com temperatura média de 27,5°C (mínima de 24°C e máxima de 31°C), durante seis meses.

As avaliações foram realizadas a partir de 30 dias após o transplante até os 170 dias, totalizando onze avaliações. A caracterização morfológica foi realizada em 37

indivíduos jovens, com base em características vegetativas previamente estabelecidas, como as características do colmo, ramificações e folhas, segundo método adaptado da proposta de Generoso (2014). Os dados referentes à caracterização morfológica de plantas jovens são apresentados de forma descritiva. Foram avaliados descritores qualitativos, conforme descritos abaixo, e descritores quantitativos (Tabela 2):

- Coloração e forma de rizomas e raízes
- Coloração da lâmina foliar
- Pilosidade da lâmina foliar
- Coloração do colmo
- Forma do colmo
- Pilosidade da bainha do colmo
- Coloração da bainha do colmo
- Cera da bainha do colmo
- Presença de lígula e aurícula
- Presença de espinhos nos entrenós
- Pilosidade do entrenó
- Preenchimento dos entrenós
- Hábito de crescimento

Tabela 2. Descritores quantitativos para avaliação de espécies de bambu.

Nome do descritor	Forma de Avaliação
Altura do colmo (mm)	Desde o solo até a folha mais alta da planta
Comprimento dos entrenós (mm)	Medida entre dois nós do maior entrenó da planta
Comprimento do limbo foliar (mm)	Do início até a ponta do limbo da maior folha
Largura do limbo foliar (mm)	De um lado ao outro do limbo da maior folha da planta
Número de folhas	Número de folhas do maior colmo da planta
Diâmetro do colmo (mm)	Na região mediana do primeiro entrenó
Número de colmos por touceira	Contabilizando o número de colmos por touceira
Diâmetro da touceira (mm)	Em milímetros, na região mediana da touceira

Fonte: Adaptado de Generoso (2014).

3.3 GERMINAÇÃO EM CÂMARA GERMINADORA

O estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da EA/UFG. A determinação dos materiais, equipamentos e procedimentos utilizados no teste baseou-se nas recomendações das RAS (Brasil, 2009b), adaptando-as para o presente trabalho, já que não existem recomendações para a espécie, sendo usadas aquelas referentes às sementes de arroz (*Oriza sativa*), pertencente à família Poaceae. As avaliações foram realizadas durante os meses de fevereiro e março de 2016.

Inicialmente, os frutos foram divididos em dois lotes, e armazenados em envelopes de papel durante 30 dias, sob duas temperaturas distintas: temperatura ambiente de $\pm 25^{\circ}\text{C}$ (A1) e temperatura controlada de $\pm 4^{\circ}\text{C}$ (A2).

Após os 30 dias, realizou-se a desinfestação de ambos os lotes, submetendo os frutos à agitação manual em solução de 25% de hipoclorito de sódio comercial (2,0-2,5% de cloro ativo) por 15 minutos, seguido por dois enxágues em água destilada por um minuto. Em seguida, os frutos foram submetidos a quatro tratamentos:

- F1: os frutos foram mantidos inteiros com glumas;
- F2: realizou-se a retirada manual das glumas dos frutos;
- F3: os frutos com glumas foram embebidos em água destilada por 24 horas;
- F4: os frutos com glumas foram tratados em ácido sulfúrico PA (pm = 98,08) por 15 minutos, seguidos de enxágue em água corrente por 5 minutos.

O teste foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 frutos cada, em esquema fatorial 2 x 4, totalizando oito tratamentos.

Após os tratamentos, os frutos foram dispostos sobre duas folhas de papel mata-borrão, em caixas plásticas tipo Gerbox® (Figura 10A), com tampa, e mantidos em câmara germinadora previamente regulada à temperatura de 30°C (Figura 10B). O papel mata-borrão foi inicialmente umedecido com 2,5 vezes o peso do papel em água destilada, sendo realizado acréscimo quando necessário durante o teste. A germinação foi avaliada a cada três dias, até que ocorresse a estabilização do processo, tendo seus resultados expressos em porcentagem. A germinação foi considerada quando ocorreu a emergência da raiz primária.

No mesmo teste, determinou-se ainda o índice de velocidade de germinação (IVG), aplicando-se a fórmula (Maguire, 1962):

$$IVG = \sum (n^\circ \text{ frutos germinados} \div \text{dia da contagem})$$

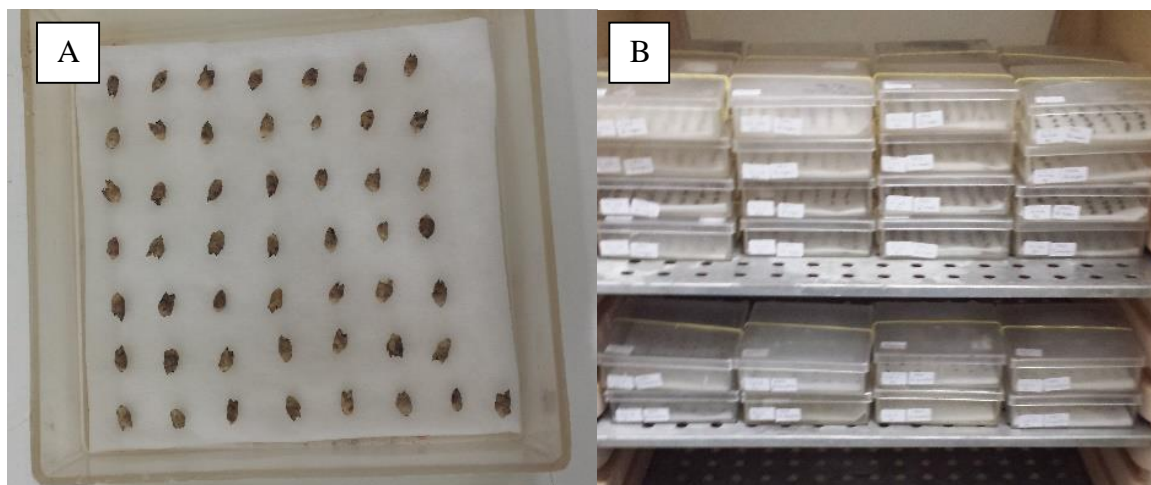


Figura 10. Teste de germinação de *Dendrocalamus asper*: A) Disposição de frutos com glumas em caixa plástica tipo Gerbox® sobre papel mata-borrão; B) Caixas plásticas tipo Gerbox® em câmara germinadora à 30°C. Goiânia, GO. 2016.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Os dados para interpretação foram apresentados com as médias dos dados originais. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Para realizar as análises foi utilizado o programa estatístico Statistica® versão 10 (StatSoft, 2011).

3.4 EMERGÊNCIA EM TELADO

O estudo foi conduzido na EA/UFG, durante os meses de fevereiro e março de 2016. Os tratamentos foram os mesmos realizados no teste anterior (de germinação em câmara germinadora), incluindo a desinfecção dos frutos. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 frutos cada, segundo esquema fatorial 2 x 4, totalizando oito tratamentos, sendo: duas temperaturas de armazenamento (temperatura ambiente de $\pm 25^\circ\text{C}$ (A1) e temperatura controlada de $\pm 4^\circ\text{C}$ (A2)); e quatro tratamentos de frutos (frutos com glumas (F1), frutos sem glumas (F2), frutos com glumas em embebição em água por 24 horas (F3) e frutos com glumas tratados em ácido sulfúrico por 15 minutos (F4)).

Os frutos foram colocados em bandejas de isopor de 128 células, contendo substrato comercial, à profundidade de 5 mm (Figura 11), mantidos em telado com 50% de

sombreamento, com sistema de irrigação por aspersão automatizado e temperatura ambiente média de 25°C. A emergência das plântulas foi avaliada a cada três dias, até que ocorresse a estabilização do processo, sendo os resultados expressos em porcentagem. A emergência foi considerada quando a plântula apresentava altura da parte aérea igual ou superior a 1 cm.

No mesmo teste, determinou-se também o índice de velocidade de emergência (IVE), por meio da fórmula (Maguire, 1962):

$$\text{IVE} = \sum (\text{n}^\circ \text{ plântulas emergidas} \div \text{dia da contagem})$$



Figura 11. Disposição das bandejas de isopor contendo frutos de *Dendrocalamus asper* em substrato comercial, sob telado. Goiânia, GO. 2016.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Os dados para interpretação foram apresentados com as médias dos dados originais. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Para realizar as análises foi utilizado o programa estatístico Statistica® versão 10 (StatSoft, 2011).

3.5 GERMINAÇÃO *IN VITRO*

O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultivo de Tecidos Vegetais do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da UFG, durante os meses de janeiro e fevereiro de 2016. A descontaminação dos frutos foi realizada em câmara de fluxo laminar, sendo os explantes (frutos sem glumas) submetidos à agitação manual por 1 minuto, em solução de álcool 70% (v/v). Posteriormente, foram agitados por 15 minutos em solução de 15% de

hipoclorito de sódio comercial (2,0-2,5% de cloro ativo), seguido de três enxágues em água destilada e autoclavada.

A introdução dos explantes em meio de cultura foi realizada imediatamente após a assepsia em câmara de fluxo laminar, em ambiente asséptico. Os explantes foram colocados em tubos de ensaio (60 mL), contendo 15 mL de meio MS (Murashige & Skoog, 1962), modificado com 5 mg.L⁻¹ de BAP (6-benzilaminopurina) (Arya et al., 1999), solidificado com ágar (7,0 g.L⁻¹), com 30 g de sacarose e pH ajustado para 5,8, autoclavado à 120°C por 20 minutos. Os explantes em tubos de cultivo foram mantidos em sala de crescimento com temperatura de 25 ± 1°C, em intensidade luminosa de 40-45 µmol.m⁻².s⁻¹ e fotoperíodo de 16 horas. Utilizou-se um explante por tubo, totalizando 123 tubos.

Após, durante 60 dias, foram determinadas as porcentagens de germinação e de contaminação. Além disso, nos explantes germinados determinou-se: a altura média de plântulas, o número médio de brotos emitidos por plântula e o número médio plântulas com raízes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE ESPIGUETAS E FRUTOS

A unidade de dispersão (diásporo) predominante da espécie *D. asper* foi a espiguetas, mas também foram encontrados apenas o antécio fértil ou a cariopse nua, conforme observado e ilustrado nas Figuras 12A, 12B, 12C, 12D. De forma geral, foi observada a formação de apenas uma cariopse por espiguetas. Porém, em raros momentos foram encontradas espiguetas com mais de um fruto desenvolvido, nesses casos, contendo duas cariopses malformadas.

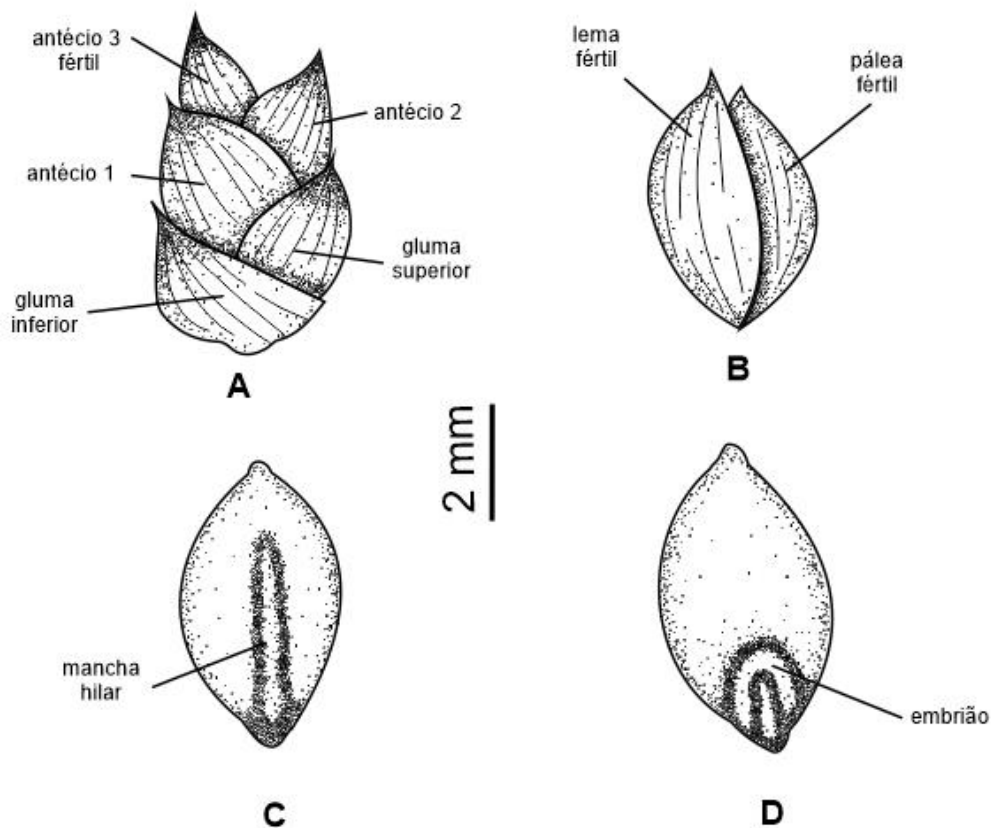


Figura 12. *Dendrocalamus asper*: A) Espiguetas; B) Antécio fértil; C) Cariopse vista ventral; D) Cariopse vista dorsal.

A espiguetas é uma inflorescência, um conjunto de antécios agregados dentro de um par de glumas. A gluma é cada uma das brácteas estéreis (inferior e superior) que se encontram na base da espiguetas. O antécio é cada uma das flores que compõem a espiguetas, composto por duas bractéolas (glumelas) secas na base de cada flor, denominadas lema e pálea. O antécio fértil compõe-se da cariopse madura e das glumelas: a inferior ou externa (lema fértil) envolve a cariopse pelo lado dorsal; e a superior ou interna (pálea fértil), envolve a cariopse pelo lado ventral. O antécio estéril compõe-se exclusivamente das glumelas (lema estéril e pálea estéril) e é incapaz de produzir fruto (GPWG, 2001; Brasil, 2009a). As "glumas vazias" também podem ser interpretadas somente como lemas estéreis, uma vez que não carregam flores nas axilas (Lombardo & Yoshida, 2015).

As espiguetas (frutos com glumas) da espécie em questão mostraram-se fusiformes a elipsoides, glabras e de coloração palha (Figura 13A). Apresentaram, em média, 5,94 mm de comprimento, 3,47 mm de largura e 0,02 g de massa (Tabela 3). Constituíram-se por um a dois antécios férteis, precedidos de quatro brácteas estéreis, cartáceas, sendo duas glumas e dois antécios estéreis (Figura 12A).

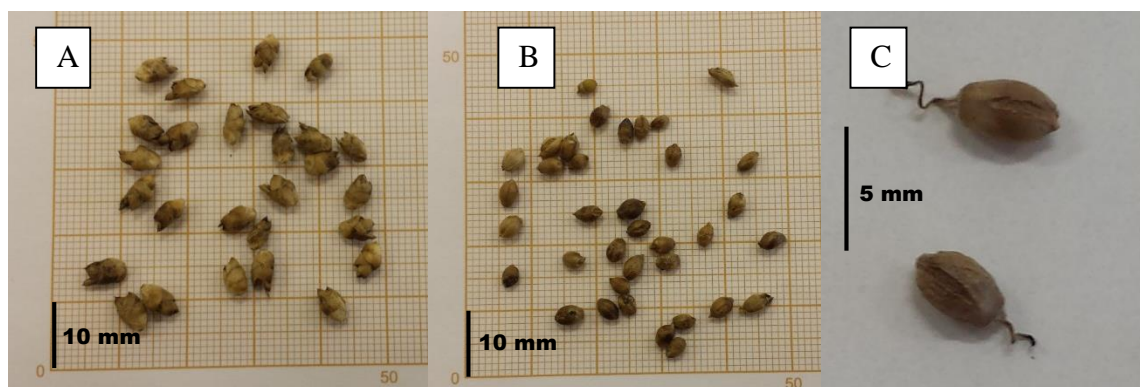


Figura 13. *Dendrocalamus asper*: A) Espiguetas; B) Frutos tipo cariopse; C) Cariopses com resquícios de estruturas florais aderidas.

A interpretação da arquitetura floral em Poaceae é problemática (Lombardo & Yoshida, 2015) e pode haver divergências quanto à natureza destas peças. Alguns dos caracteres morfológicos estruturais são genuínos enigmas, como as brácteas florais (glumas, lemas e páleas), para os quais a comparação rigorosa é difícil (GPWG, 2001). Na literatura foram encontradas diferentes interpretações para as brácteas estéreis que acompanham o antécio fértil na espiguetas de Poaceae. Alguns autores consideram como

glumas e lemas estéreis, outros como glumas e antécios estéreis, e há aqueles que consideram apenas como glumas. Neste trabalho, optou-se pela interpretação de glumas e antécios estéreis, devido à diferenciação morfológica entre as duas brácteas basais e as duas brácteas superiores. Nas brácteas superiores, além da presença da lema estéril, foi observada a presença da pálea estéril de tamanho reduzido, caracterizando o antécio estéril.

Tabela 3. Caracterização de frutos com e sem glumas de *Dendrocalamus asper*.

Descrição	Com glumas		Sem glumas	
	Média	Max-Mín	Média	Max-Mín
Largura (mm)	3,47	2,65 - 4,50	2,56	1,71 - 3,09
Comprimento (mm)	5,94	5,04 - 6,77	4,08	3,04 - 4,67
Peso individual (g)	0,02	0,009-0,032	0,018	0,003-0,029
Peso de mil unidades (g)	18,749	-	16,184	-
Grau de umidade (%)	20	-	11	-
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	33,16	-	10,12	-

Os frutos são do tipo cariopse, fusiformes a subglobosos (Figura 13 B), sendo mais largos na porção mediana e com as extremidades mais estreitas, assim como descrito por Thapliyal et al. (2015) para frutos do gênero *Dendrocalamus*. A cariopse é um fruto simples, seco, indeiscente, unisseminado, com pericarpo concrecido ao tegumento em toda a sua extensão (Brasil, 2009a). Algumas cariopses apresentaram resquícios de estruturas florais aderidas (Figura 13 C), bastante semelhante ao relatado por Filgueiras (1986) para a mesma espécie, *D. asper*. O pericarpo mostrou-se liso, glabro e rígido, de coloração marrom, com 4,08 mm de comprimento por 2,56 mm de largura e 0,018 g de massa, em média (Tabela 3). A cariopse apresentou face ventral convexa, com mancha hilar linear ocupando de $\frac{1}{2}$ a $\frac{2}{3}$ do comprimento da cariopse, conspícua, como um sulco pouco profundo (Figura 12 C). Face dorsal arredondada, com embrião basal lateral ocupando $\frac{1}{3}$ ou menos do comprimento da cariopse, sendo a região do embrião discernível externamente (Figura 12 D). A face ventral da cariopse e a morfologia do hilo são de alta significância sistemática, sendo a face ventral convexa e o hilo linear característicos de tribos mais primitivas, encontrados principalmente nas famílias Bambusoideae, Pooideae e Oryzoideae (Filgueiras, 1986; Liu et al., 2005). O lado ventral, onde se encontra a mancha hilar, fica voltado para a pálea fértil do antécio; já o lado dorsal da cariopse, onde se encontra o embrião, fica voltado para a lema fértil (Brasil, 2009a).

Os frutos e sementes têm características morfológicas básicas que auxiliam na identificação de família, gênero, espécie ou variedade à qual a planta pertence (Anantachote, 1990; Silva et al., 2008; Brasil, 2009a, Bewley et al., 2013). Estudos comprovam que a morfologia da cariopse é uma ferramenta útil na resolução de problemas taxonômicos (Bartholott, 1981; Terrell & Peterson, 1993; Liu et al., 2005; Nakamura, 2007). Caracteres das cariopses têm alto significado taxonômico (tamanho, cor, forma, proporção do hilo, etc.) e geralmente são usados para reconhecimento em nível de gênero e espécie (Liu et al., 2005), além de serem importantes na tecnologia de “sementes”, no planejamento da coleta e na fase de produção de mudas em viveiro (Ferreira et al., 2001). Os resultados obtidos nessa área podem ser uma ferramenta capaz de acrescentar informações à sistemática tradicional (Melo et al., 2007).

Considerando-se os frutos com glumas, o peso de mil unidades foi de 18,749 g (Tabela 3), do qual é possível estimar que 1,0 kg contenha, em média, 54 mil frutos. Diferente do relatado por Thapliyal et al. (2015) para a mesma espécie, *D. asper*, cujo número estimado foi de 75 mil a 80 mil frutos em 1,0 kg. Contudo, sabe-se que o tamanho e a forma das sementes e frutos podem variar dentro de uma mesma espécie (Ramyarangsi, 1990). Essa diferença provavelmente está associada à diversidade genética existente entre plantas e à variação dos diversos fatores ambientais que influenciam na massa e tamanho das cariopses formadas. Anantachote (1985) relatou que houve variações na massa de frutos de *D. strictus* coletados em diferentes locais. Bellairs (2008) observou que frutos de *Bambusa arnhemica* tiveram variação média de até 45% na massa entre as quatro regiões de coleta na Austrália.

Nota-se que, mesmo com as glumas, as cariopses de *D. asper* são materiais leves, sendo necessárias aproximadamente 54 cariopses para atingir 1 g, com cada cariopse com glumas apresentando, em média, apenas 0,02 g. Tais características, como tamanho e peso reduzido podem favorecer a dispersão dos frutos, além de facilitar e reduzir os custos de transporte e armazenamento dos propágulos para fins comerciais.

O conteúdo de água em frutos e sementes depende da espécie e do ambiente externo, o que permite diferenciar as sementes em recalcitrantes e ortodoxas (Schmidt, 2000). O grau de umidade observado foi de 20% para cariopses com glumas e de 11% para cariopses sem glumas, valores relativamente baixos. Porém, ao verificar os valores de condutividade elétrica e os testes de germinação, que serão abordados a frente, é possível observar a baixa taxa germinativa das cariopses, a acelerada perda de viabilidade e a baixa

tolerância ao armazenamento. O comportamento fisiológico das cariopses não fica claro, e o hábito interposto entre ortodoxo e recalcitrante pode sugerir que esta espécie seja intermediária. Verifica-se, assim, a necessidade de estudos envolvendo tempo de armazenamento e tolerância à dessecação, para que assim, possa haver a possibilidade de afirmar a característica fisiológica das cariopses de *D. asper*. A diagnose correta é de fundamental importância para a determinação da estratégia de conservação (Medeiros & Eira, 2006).

A presença das glumas possivelmente favoreceu a manutenção de maior umidade nas cariopses. Essa situação pode criar um ambiente ideal para o desenvolvimento de fungos e bactérias, diminuindo a qualidade dos frutos armazenados. Boonarutee & Somboon (1990) observaram que frutos de *Dendrocalamus brandisii* com maior teor de umidade (11,75%) tiveram uma tendência de redução mais rápida em termos de viabilidade, em relação aos frutos com menor umidade (5,23%).

Além disso, a maior umidade pode propiciar aumento da taxa respiratória, com liberação de calor e consumo de oxigênio, aumentando a permeabilidade da membrana e a deterioração dos frutos (Schmidt, 2000), acelerando o envelhecimento e, conseqüentemente, diminuindo o vigor. Como resultado desses eventos, pode ocorrer maior extravasamento de solutos, o que possivelmente justifica a condutividade elétrica mais elevada nas cariopses com glumas, de $33,16 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, em relação à determinada para as cariopses sem glumas, de $10,12 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ (Tabela 3).

O teste de condutividade elétrica de massa é um método rápido e eficiente de determinação do vigor. Consiste na quantificação dos eletrólitos liberados pela semente ou fruto na água de embebição, sendo essa quantidade proporcional ao grau de desorganização da membrana plasmática e, conseqüentemente, à permeabilidade (Souza, 2007). As membranas biológicas com composição e organização normais regulam o transporte de material para dentro e para fora da célula, e desempenham um papel fundamental na manutenção da viabilidade e vigor das sementes e frutos (Singh & Richa, 2016).

As cariopses de bambu sofrem deterioração fisiológica e bioquímica relacionada à idade, que também provocam danos à membrana, vazamento de material alimentar de reserva e redução do melhor nível de reguladores de crescimento endógenos (Singh & Richa, 2016). Porém, a presença das glumas nas cariopses, mantendo a umidade mais elevada, só acelera essa deterioração. Levando-se em consideração os dados obtidos,

é possível verificar que, para se alcançar maior longevidade seria ideal realizar a remoção das glumas das cariopses antes de seu armazenamento. Mantendo as cariopses em condições de umidade relativamente mais baixas ajudaria a diminuir a taxa respiratória, limitar a deterioração e prolongar o envelhecimento (Schmidt, 2000; Pandalai et al., 2002; Singh & Richa, 2016). Além disso, a tolerância à temperatura está intimamente ligada ao teor de umidade, sendo que sementes e frutos com alto teor de umidade são muito mais sensíveis a altas ou baixas temperaturas do que as sementes e frutos secos (Schmidt, 2000).

4.2 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE PLANTAS JOVENS

A planta jovem com 170 dias apresentou hábito de crescimento simpodial, e, em média, touceiras com diâmetro de 28,96 mm (10,29-53,73 mm), com 4,53 (1-12) colmos por touceira (Tabela 4). O rizoma paquimorfo apresentou coloração amarelo claro, com raízes capilares, longas, finas e cilíndricas, de cor amarelada a ferrugíneo-clara, tenras, abundantes e bem distribuídas ao longo do rizoma (Figura 14A). O colmo jovem mostrou-se herbáceo, ereto, cilíndrico, piloso, de coloração verde a arroxeadado, com média de 278,02 mm (64,61-419,00 mm) de altura e 3,83 mm (1,03-5,40 mm) de diâmetro (Tabela 4, Figura 14B). Os colmos cresceram, em média, 1,53 mm por dia (Tabela 4). Os entrenós mostraram-se pilosos, ocos, sem espinhos, sendo os entrenós basais mais longos do que os apicais, tendo em média 60,27 mm (4,87-94,19 mm) de comprimento (Tabela 4, Figura 15C). Os nós não apresentaram desenvolvimento de ramos laterais no período avaliado.

As folhas do colmo mostraram-se eretas, pseudopeciouladas e distribuídas no colmo de forma alternada (Figura 15A). O limbo foliar apresentou formato lanceolado com ápice rostrado, exibindo pilosidade na face adaxial (parte superior) de cor clara (Figura 15B), tendo, em média, 139,41 mm (22,71-230,00 mm) de comprimento por 32,74 mm (6,74-52,78 mm) de largura. A planta apresentou cerca de 11,26 (7-18) folhas por colmo (Tabela 5). A bainha mostrou-se fechada, com ausência de cerosidade, de coloração verde a arroxeadada, cobrindo todo o colmo. Apresentou pilosidade abundante, com pelos longos, esbranquiçados e urticantes, recobrimdo toda a sua superfície e facilmente visível a olho nu (Figura 15 B). Apresentou aurícula discreta e lígula evidente e pilosa (Figura 15D).

Tabela 4. Valores médios para descritores quantitativos de plantas jovens de *Dendrocalamus asper*, durante 170 dias após o transplântio. Goiânia, GO. 2016.

Descritor	Número de dias após transplântio											Crescimento	
	30	36	42	49	63	71	78	98	119	142	170	Total	Médio/dia
Comprimento do colmo (mm)	61,77	68,95	72,50	81,53	89,87	104,20	124,40	146,00	182,71	216,59	278,02	216,25	1,534
Comprimento do entrenó (mm)	12,50	14,36	15,65	19,19	21,62	25,15	28,76	34,31	42,09	48,41	60,27	47,77	0,339
Comprimento do limbo (mm)	37,40	39,55	43,97	50,01	60,95	71,10	77,69	86,93	103,15	115,53	139,41	102,02	0,724
Largura da folha (mm)	10,68	11,32	12,47	13,74	17,56	20,55	22,66	25,13	25,10	27,43	32,74	22,05	0,156
Nº folhas/colmo	7,30	7,73	7,68	8,76	9,65	10,29	10,56	11,06	10,91	11,03	11,26	3,97	0,028
Diâmetro do colmo (mm)	1,33	1,49	1,61	1,87	2,18	2,46	2,82	3,09	3,27	3,45	3,83	2,50	0,018
Nº colmo/ touceira	1,73	1,89	2,03	2,47	2,62	3,18	3,26	3,65	4,15	4,26	4,53	2,80	0,020
Diâmetro da touceira (mm)	14,24	14,00	14,75	13,55	14,60	16,56	16,87	17,94	20,19	23,32	28,96	14,72	0,104

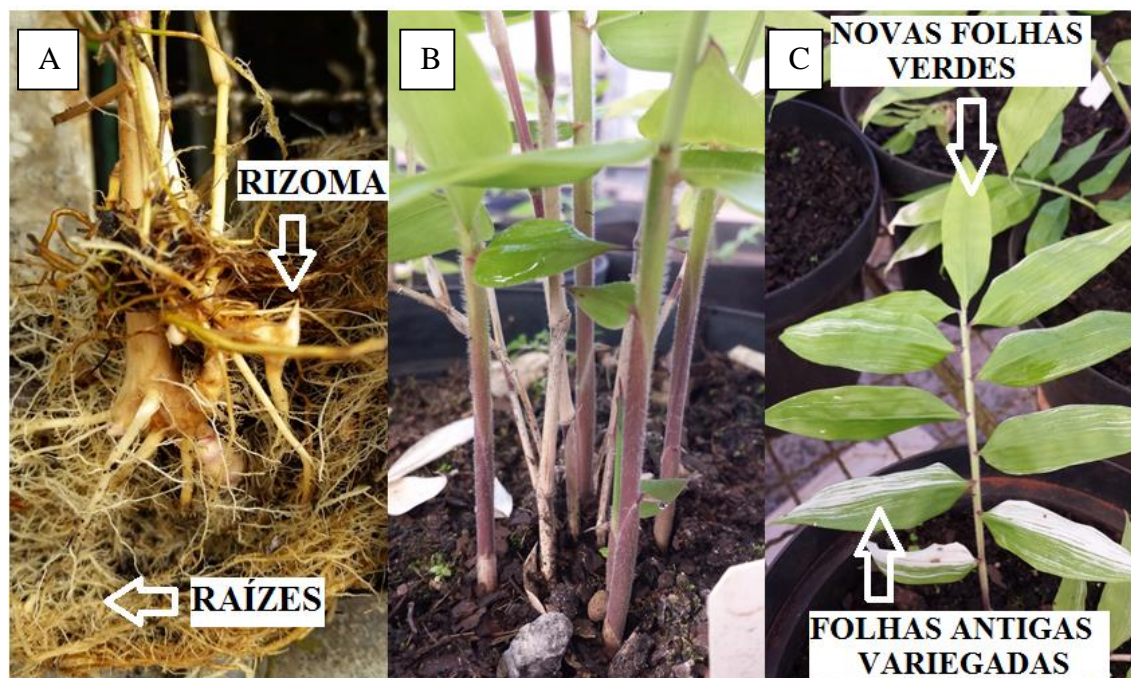


Figura 14. Planta jovem de *Dendrocalamus asper*: A) Rizoma e raízes; B) Colmos com hábito de crescimento simpodial; C) Planta variegada com emissão de novas folhas verdes. Goiânia, GO. 2016.

A coloração da lâmina foliar variou entre verde claro (46%), verde escuro (43%), variegada (8%) e albina (3%) (Figura 16). Essa variação fenotípica observada possivelmente se deve à alta variabilidade genética presente em plantas geradas por meio de propagação sexuada. Xinting et al. (2004), trabalhando com germinação de frutos de *Dendrocalamus latiflorus*, também relataram variação de coloração nas folhas, sendo que 69% das plantas apresentaram cor normal (verde) e 12,7% mostraram-se albinas.

As plantas albinas morreram nos primeiros 20 dias após o transplantio. Devido à ausência de pigmentos absorvedores de luz, essas não produzem energia necessária para o seu desenvolvimento, e morrem rapidamente. Já as plantas variegadas apresentaram-se vistosas e se desenvolveram normalmente, com crescimento médio de 299,25 mm, semelhantes às plantas com folhas totalmente verdes, cujo crescimento médio foi de 275,19 mm, contudo, sem diferença estatística significativa entre ambas. No início das avaliações 13% das plantas apresentavam folhas variegadas. Com o passar do tempo, certos indivíduos tiveram a tendência de emitir folhas novas verdes, sendo que alguns perderam totalmente a característica variegada durante seu crescimento (Figura 14C). Ao final das avaliações 8% permaneceram com as folhas variegadas. A manutenção da característica de variegação nas plantas durante a fase adulta pode ser interessante, já que plantas variegadas tem alto apelo ornamental e são de grande interesse paisagístico.

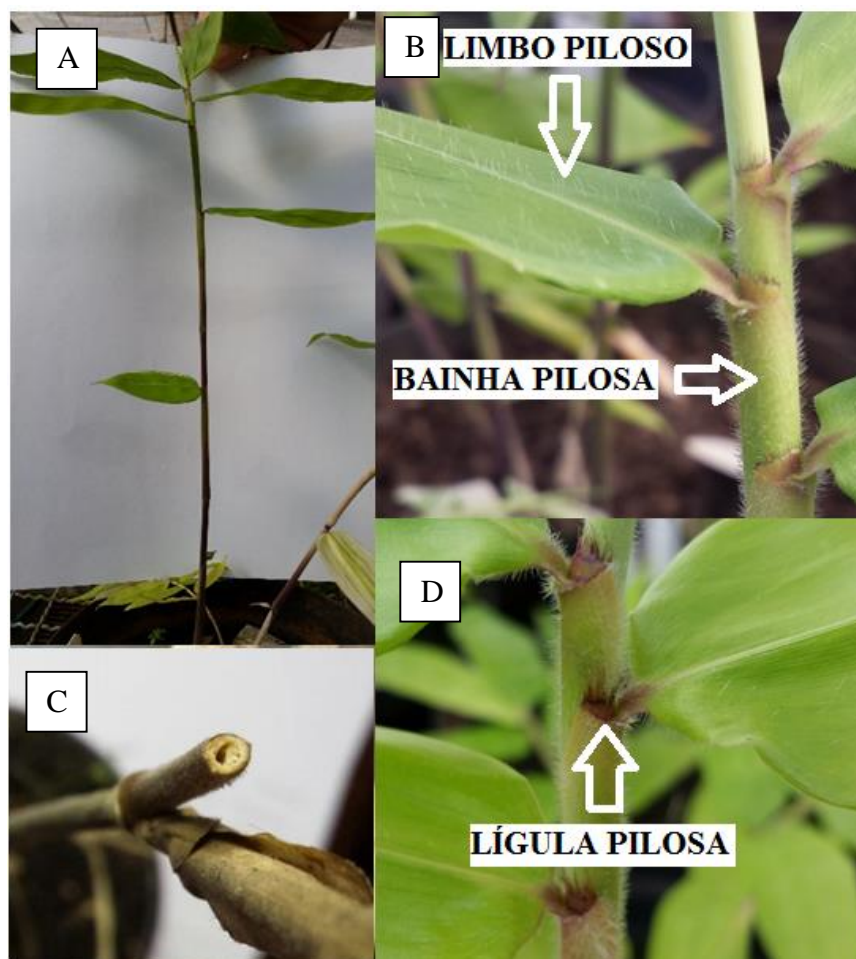


Figura 15. Planta jovem de *Dendrocalamus asper*: A) folhas eretas e alternadas; B) limbo foliar e bainha pilosa; C) entrenó oco; D) lígula pilosa. Goiânia, GO. 2016.



Figura 16. Variação de coloração em folhas de plantas jovens de *Dendrocalamus asper*: A) verde escuro; B) verde claro; C) variegada; D) albina. Goiânia, GO. 2016.

Alguns autores relataram caracteres morfológicos de plantas jovens de espécies do gênero *Dendrocalamus*. Segundo Kumar et al. (2001), mudas de *D. strictus* com aproximadamente 180 dias de idade, apresentaram entre um e cinco colmos por planta, com 2,83-3,71 mm de diâmetro basal do colmo, valores inferiores aos encontrados neste estudo. Porém, essas alcançaram de 576,3-877,8 mm de altura dos colmos e com 13,42 a 18,38 folhas. Adebí & Doost (2013), trabalhando com germinação de *D. hamiltonii*, observaram plantas com até 275 mm de altura aos 60 dias de idade. Já, Xinting et al. (2004) encontraram plantas de *D. latiflorus* aos 80 dias, com 205 mm de altura. É possível observar grande variação nos caracteres morfológicos de plantas jovens das diferentes espécies apresentadas em relação às plantas estudadas. Estes caracteres talvez sejam eficientes na diferenciação e identificação de plantas de *D. asper* em sua fase jovem. Porém, a falta de caracteres morfológicos descritos para outras espécies do mesmo gênero, não permite afirmar que as características avaliadas são eficientes na identificação e diferenciação da espécie.

A caracterização de plantas adultas recebe maior atenção em relação à caracterização de plantas jovens na literatura científica. Cunha & Ferreira (2003) apontam a dificuldade de realizar o reconhecimento de espécies a partir de plantas jovens, já que muitas vezes os caracteres externos nos estádios iniciais de desenvolvimento podem ser diferentes dos observados em um indivíduo adulto, ou em plantas de espécies e gêneros afins. Assim, o acompanhamento do desenvolvimento da plântula em viveiro se faz importante, pois permite a separação de espécies muito semelhantes, como também auxilia estudos de regeneração (Kuniyoshi, 1983; Ferreira et al., 2001).

4.3 GERMINAÇÃO EM CÂMARA GERMINADORA

De forma geral, as taxas de germinação obtidas foram extremamente baixas em todos os tratamentos avaliados, inferiores à 5% (Tabela 5); diferentemente dos resultados de Thapliyal et al. (2015) para a mesma espécie, de 75-80%. Contudo, os resultados de germinação de cariopses de bambu encontrados na literatura são muito variáveis entre as espécies, sendo encontrados valores de 70% para *D. giganteus*, de 55% para *D. sikkimensis* e de 75% para *D. strictus* (Ahlawat et al., 2002), e de 24,4-31,1% para *D. hamiltonii* (Adebí & Doost, 2013).

Tabela 5. Valores médios de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de cariopses de *Dendrocalamus asper*, sob duas temperaturas de armazenamento e quatro tratamentos de frutos.

Temperatura de armazenamento	Tratamento do fruto	Germinação (%)*	IVG
25°C	Com glumas	0,0 b	0,00 b
	Sem glumas	4,5 a	1,07 a
	Embebição 24h	0,5 b	0,05 b
	H ₂ SO ₄ (15 min)	0,0 b	0,00 b
4°C	Com glumas	1,0 b	0,25 b
	Sem glumas	4,0 a	0,90 a
	Embebição 24h	1,0 b	0,13 b
	H ₂ SO ₄ (15 min)	0,0 b	0,00 b
CV (%)		109,09	114,16

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

As variações em termos de germinação podem ocorrer não somente entre espécies, como ainda entre plantas de populações diferentes da mesma espécie, conforme observado por Baldwin et al. (2009), em duas populações distintas de *Arundinaria gigantea*, as quais tiveram 0,3% de germinação na primeira população e 31,3-57,9% na segunda população; e por Anantachote (1985), com populações de *D. strictus* e *Thyrsostachys siamensis* de 15 locais diferentes na Tailândia, as quais mostraram taxa de germinação variando de 1-83% e 1-86% respectivamente, de acordo com cada local de coleta. Diversos fatores, como diferenças ecológicas, manejo ineficiente de frutos, idade dos frutos ou tempo insuficiente para germinação podem afetar o processo germinativo (Kamondo & Haq, 1990).

Assim, a baixa qualidade inicial das cariopses deste estudo pode ser atribuída tanto à própria população de coleta, como ao tempo de armazenamento desde sua coleta até o início do estudo, que foi de aproximadamente sete meses. Segundo Thapliyal et al. (2015), pode-se alcançar alta porcentagem de germinação em espécies de bambu, de 80-100%, se as cariopses são semeadas logo após a colheita. Diversos autores relatam ainda a baixa resistência de cariopses de bambu ao armazenamento (Seethalakshmi & Pillai, 2003; Silva, 2005; Bellairs, 2008; França, 2011; Salgado, 2014, Thapliyal et al., 2015; Singh et al., 2016). Por causa do alto teor de água e a abundância no amido, a taxa de germinação e vigor das cariopses diminuem com o armazenamento e envelhecimento, e após um ano, perdem totalmente a capacidade germinativa (Xinting et al, 2004; Singh & Richa, 2016).

Durante a deterioração das sementes e frutos, a degradação das reservas de alimentos resulta na perda de viabilidade (Thapliyal et al., 2015). Neste estudo, as cariopses sem glumas ainda obtiveram germinação de 4-4,5% após 210 dias (7 meses) de coletadas.

As temperaturas de armazenamento não tiveram influência significativa na germinação das cariopses de *D. asper* ($p= 0,64245$). Thapliyal & Kainthola (2013), citados por Thapliyal et al. (2015), relataram que cariopses de *D. asper* armazenadas à -20°C apresentaram alta germinação (69,33%), enquanto cariopses armazenadas à 5°C apresentaram decréscimo para 57,33% após um ano de armazenamento. Ramyarangsi (1990) também encontrou influência da temperatura e do tempo de armazenamento na germinação da espécie de bambu *T. siamensis*. Fica evidente na literatura a importância da temperatura de armazenamento para a conservação de diversos frutos e sementes. Neste trabalho, a influência da temperatura de armazenamento na germinação não foi observada, possivelmente devido ao curto período de tempo de armazenamento aos quais as cariopses foram submetidas. Assim, são necessários testes complementares, com tempos de armazenamento maiores, a fim de confirmar o real efeito das temperaturas de armazenamento na germinação das cariopses.

Não houve interação entre as temperaturas de armazenamento e os tratamentos dos frutos na germinação ($p= 0,77488$). Já os tratamentos dos frutos apresentaram diferença significativa entre si ($p= 0,00002$). As cariopses sem glumas obtiveram taxa germinativa e IVG significativamente maior do que a de todos os outros tratamentos, nos quais as glumas foram mantidas, em ambas as condições de armazenamento, sendo de 4,5% à 25°C e de 4,0% à 4°C ; além de maior índice de velocidade de germinação, de 1,07 e 0,90, respectivamente (Tabela 5).

A ausência de glumas em sementes de gramíneas pode propiciar maior percentagem de germinação do que naquelas com a presença das glumas, conforme já comprovado também por Baldwin et al. (2009) com *A. gigantea* (57,9% e 31,3% de germinação, respectivamente); por Sivakumar & Wani (2013) com *D. strictus* (53% e 10% de germinação, respectivamente); por Silva et al. (2011b) com *Mesosetum chaseae*, uma gramínea forrageira (20% e 11% de germinação, respectivamente). Assim, a presença de glumas, pálea e lema ao redor da cariopse tem sido relacionada à dormência dos frutos (Baldwin et al., 2009). A dormência imposta pelas glumas pode se dar pela impermeabilidade a trocas gasosas ou água; ou porque o embrião encontra seu crescimento

limitado pelas estruturas que o circundam: a casca (lema, pálea e glumas) (Delatorre, 1999).

Porém, caso haja uma dormência dos frutos, não se pode afirmar que este seja o único mecanismo de dormência envolvido, uma vez que nem mesmo as cariopses nuas apresentaram elevado índice de germinabilidade. Deve-se considerar que a dormência pode ser o resultado de várias interações entre pericarpo e outras estruturas envoltórias e o próprio embrião, podendo ocorrer desde limitação física até bloqueios metabólicos em diversas rotas e mecanismos (Delatorre, 1999). Além disto, as sementes estudadas tinham cerca de sete meses de colhidas, e a velocidade de germinação pode ser reduzida com o avanço do envelhecimento da semente (Nakagawa, 1999).

Em desacordo, Bellairs (2008) não observou diferença significativa na germinação de *B. arnhemica* com ou sem glumas, na qual a absorção de água não foi afetada pela presença das glumas. Rawat (2005) relatou que frutos de *Dendrocalamus membranaceus*, *D. strictus* e *Bambusa nutans* não apresentaram dormência e germinaram prontamente dentro de poucos dias. Xie et al. (2016) também afirmaram que *D. membranaceus* não apresentou dormência, germinando de cinco a sete dias após o amadurecimento.

Diversos procedimentos vêm sendo aplicados visando superação da dormência das sementes, como imersão em água em temperatura ambiente por determinado período de tempo, e em ácido sulfúrico concentrado por diferentes tempos. Contudo, neste estudo tais tratamentos não mostraram efeito satisfatório, havendo necessidade de se estudar outros tempos de imersão, além dos aqui testados. Da mesma forma, Silva et al. (2011b) também não obtiveram sucesso na superação da dormência de sementes de *M. chaseae*, trabalhando com imersão em água destilada por 16 horas. Entretanto, Sivakumar & Wani (2013) verificaram que frutos embebidos de *D. strictus* apresentaram germinação mais alta (68%), quando comparado às cariopses sem gluma (10%) e com gluma (53%).

Verificou-se, ainda, que a escarificação química, realizada pela imersão das cariopses em ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos, além da não eficiência em termos de germinação, foi extremamente prejudicial. Diversas cariopses foram destruídas e grande parte das restantes ficou com aspecto quebradiço. Segundo Silva et al. (2011b), a utilização de ácido sulfúrico pode influenciar a qualidade das sementes de algumas espécies, e ainda apresentar riscos operacionais e ao meio ambiente. Lacerda et al. (2010)

também não observaram eficácia do tratamento com ácido sulfúrico em *Urochloa brizantha* cv. *Marandu*.

Apesar da descontaminação inicial, as cariopses tratadas com ácido sulfúrico tiveram altíssima taxa de contaminação, sendo em média de 4% aos 3 dias, 50% aos 7 dias e 96% aos 9 dias. Essa contaminação causou apodrecimento e prejudicou ainda mais a germinação. A presença de microrganismos também foi observada por Silva et al. (2011b) em sementes de *M. chaseae* tratadas com ácido sulfúrico. Nota-se a necessidade de realização de pesquisas adicionais, testando outros intervalos de tempo de imersão, para verificar se o ácido sulfúrico pode ser indicado para a melhoria da germinação de cariopses de *D. asper*.

De acordo com Estevam (2014), o número de sementes germinadas ao longo de determinado período de tempo permite inferir sobre os dias mais adequados para a realização da primeira e última contagens de germinação. Além disso, curvas de curso de tempo fornecem informações consideráveis sobre a velocidade e uniformidade de germinação (Bewley et al., 2013). Assim, observa-se que as cariopses germinaram mais rapidamente quando tiveram as glumas retiradas, independente da temperatura de armazenamento. O início da germinação ocorreu aos sete dias após a semeadura, podendo ser este o tempo propício para a realização da primeira contagem. Posteriormente, aos 21 dias após a semeadura, a germinação se estabilizou, podendo ser esse o momento adequado para a última contagem (Figura 17). Esses valores são aproximados, pois segundo Brasil (2009b), pode haver variação de três dias para o dia mais adequado para primeira contagem, e de sete dias para a contagem final.

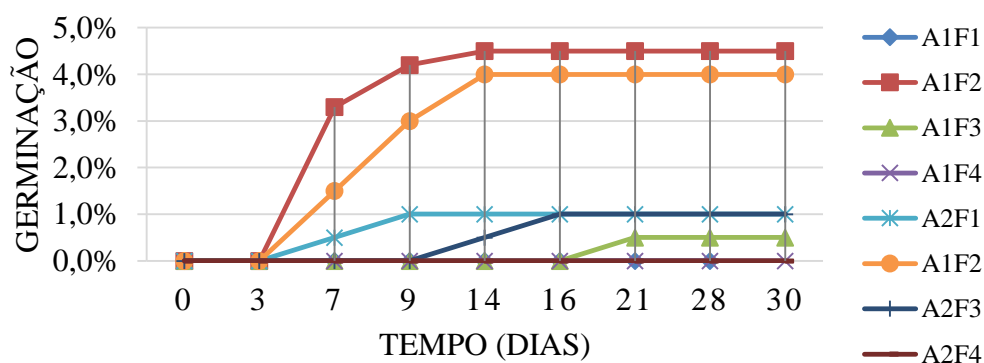


Figura 17. Germinação de cariopses de *Dendrocalamus asper*, submetidas a diferentes tratamentos: A1. temperatura ambiente de $\pm 25^{\circ}\text{C}$; A2. temperatura controlada de $\pm 4^{\circ}\text{C}$; F1. frutos com gluma; F2. frutos sem gluma; F3. frutos com glumas imersos em água por 24h; F4. frutos com glumas imersos em ácido sulfúrico por 15 min.

Segundo a literatura, o tempo de germinação de cariopses de bambu é variável, podendo ser de 4-20 dias (Thapliyal et al., 2015), de 14-21 dias para algumas espécies do gênero *Dendrocalamus* (Embaye, 2003), de 5-6 dias a 20 dias para *D. strictus* (Seethalakshmi & Pillai, 2003), de 8 a 14 dias para *D. hamiltonii* (Adebi & Doost, 2013), e entre 8-28 dias para *D. hamiltonii*; *D. giganteus* entre 10-30 dias; *D. sikkimensis* entre 9-31 dias; e *D. strictus* entre 8-26 dias (Ahlawat et al., 2002). De forma geral, observa-se que, segundo os valores encontrados na literatura, as cariopses de bambu germinam entre 4-31 dias. Assim, os valores observados neste estudo estão próximos aos apresentados na literatura para as demais espécies de mesmo gênero.

Um teste de germinação preliminar foi realizado em janeiro de 2016. Contudo, como não foi realizada a assepsia das cariopses, houve alta taxa de contaminação e apodrecimento destas, não sendo possível observar a germinação, e o experimento foi descartado. No teste realizado em sequência, em fevereiro de 2016, o qual forneceu os dados para esse estudo, apesar da desinfestação inicial das cariopses, notou-se contaminação por microrganismos (Figura 18). No entanto, esta contaminação foi mais lenta em relação ao teste preliminar e não comprometeu o bom desenvolvimento do teste de germinação.



Figura 18. Contaminação fúngica em frutos com glumas de *Dendrocalamus asper* em teste de germinação em câmara germinadora. Goiânia, GO. 2016.

4.4 EMERGÊNCIA EM TELADO

Na literatura científica, o termo germinação é frequentemente usado de forma incorreta. A germinação *sensu stricto* não inclui o crescimento de plântulas, cuja fase

começa depois que a germinação é completada. Muitas vezes se referem à germinação como emergência do solo porque seus interesses estão no monitoramento do estabelecimento de uma planta crescente de valor agrônômico (Bewley et al., 2013).

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes e frutos para fins de semeadura em campo e de comercialização de lotes é baseada no teste de germinação, conduzido sob condições favoráveis de umidade, temperatura e substrato, o que permite expressar o potencial máximo de produção de plântulas normais (Larré et al., 2007). Assim, o teste de germinação pode ser pouco eficiente para estimar o desempenho em campo, por não simular as reais condições de desenvolvimento da plântula.

Assim como no teste de germinação, as temperaturas de armazenamento testadas não tiveram influência significativa na emergência de *D. asper* ($p= 0,76534$), e não houve interação entre as temperaturas de armazenamento e os tratamentos dos frutos ($p= 0,63633$). Já os tratamentos dos frutos apresentaram diferença significativa entre si ($p= 0,01020$). Na temperatura de 25°C, as cariopses com e sem glumas e aquelas imersas em água por 24 horas mostraram maiores valores de germinação. Já, em temperatura de 4°C, os maiores valores foram observados em cariopses sem glumas e naquelas imersas em água por 24 horas. Contudo, independente da temperatura de armazenamento e do tratamento, as taxas de emergência observadas foram extremamente baixas, inferiores à 3,0% (Tabela 6). Diferentemente, Xinting et al. (2004) observaram taxa de emergência de 58-69% para *D. latiflorus*. Nenhum fator ou suas interações teve influência significativa no IVE das cariopses de *D. asper*

Tabela 6. Valores médios de emergência total (ET) e índice de velocidade de emergência (IVE) de cariopses de *Dendrocalamus asper*, sob diferentes temperaturas de armazenamento e tratamento de frutos.

Temperatura	Tratamento	ET (%)*	IVE
Armazenamento 25°C	Com glumas	0,5 ab	0,02 ns
	Sem glumas	1,5 a	0,11 ns
	Embebição 24h	1,0 ab	0,04 ns
	H ₂ SO ₄ (15min)	0,0 b	0,00 ns
Armazenamento 4°C	Com glumas	0,0 b	0,00 ns
	Sem glumas	2,5 a	0,20 ns
	Embebição 24h	1,0 ab	0,04 ns
	H ₂ SO ₄ (15min)	0,0 b	0,00 ns
CV (%)		144,32	220,95

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. ns – Não significativo

A emergência das plântulas iniciou-se aos 21 dias após a sementeira, se encerrando aos 65 dias, apresentando-se de forma lenta e desuniforme (Figura 19). Uma germinação rápida e uniforme, seguida por imediata emergência das plântulas são características altamente desejáveis na formação de mudas, pois quanto mais tempo a plântula permanecer nos estádios iniciais de desenvolvimento e demorar para emergir do solo, mais vulnerável estará às condições adversas do meio (Martins et al., 1999).

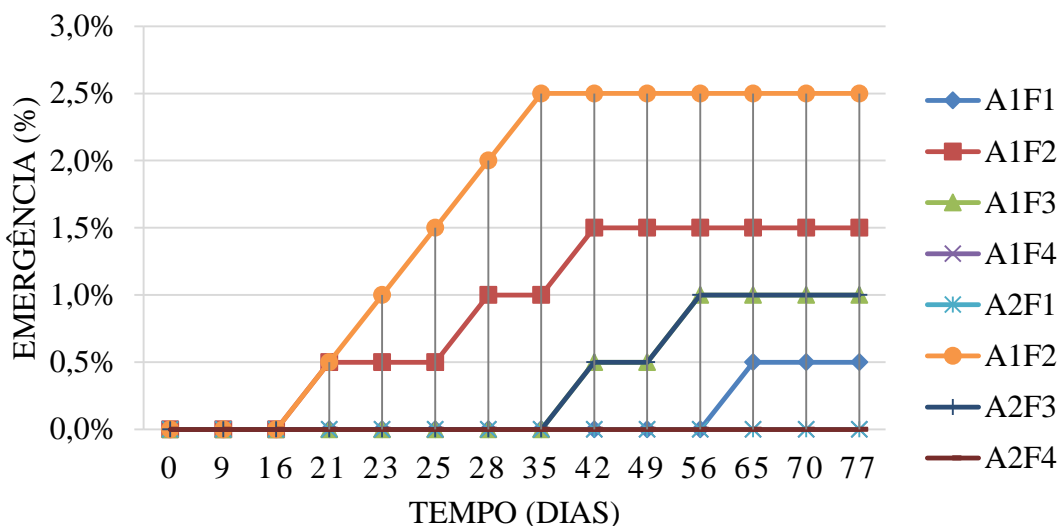


Figura 19. Emergência de cariópses de *Dendrocalamus asper*, em substrato comercial, submetidas a diferentes tratamentos: A1. temperatura ambiente de $\pm 25^{\circ}\text{C}$; A2. temperatura controlada de $\pm 4^{\circ}\text{C}$; F1. frutos com glumas; F2. frutos sem glumas; F3. frutos com glumas imersos em água por 24h; F4. frutos com glumas imersos em ácido sulfúrico por 15 min.

4.5 GERMINAÇÃO *IN VITRO*

Observou-se taxa de contaminação microbiana total de 13,01%. Essa contaminação pode estar associada à assepsia do material, manuseio durante a inoculação ou à presença de microrganismos endofíticos. Além disso, como já mencionado anteriormente, cariópses armazenadas que sofreram processo de envelhecimento, possuem maior susceptibilidade ao ataque de microrganismos. Um dos maiores problemas da produção em escala comercial é a contaminação do meio nutritivo por fungos e bactérias durante as etapas de propagação *in vitro* (Sousa et al., 2007). Essa contaminação tem sido estimada, em média, em 10%, podendo resultar no completo insucesso do processo de produção (Cassells, 1997). Estudos devem ser realizados, testando diferentes métodos de

assepsia (como uso de antibióticos, fungicidas, detergentes, etc.), para que o método de descontaminação seja otimizado, já que as taxas de contaminação encontradas estão acima da contaminação média comercial.

A taxa de germinação das cariopses *in vitro* foi de 65,85%, iniciando-se aos 4 dias e encerrando-se aos 14 dias de cultivo. Foi observado que 52,03% das plantas emitiram brotos, sendo, em média, 1,9 brotos por planta; estes atingiram 14,48 mm de altura, em média, dentro de oito semanas (60 dias). Arya et al. (1999) relataram que cariopses de *D. asper* germinaram *in vitro* em meio MS (suplementado com 5 mg.L⁻¹ de BAP) dentro de 8-10 dias e desenvolveram 10-15 brotos dentro de 6 semanas. Os mesmos autores informam que todas as cariopses viáveis germinaram, porém não apresentaram o valor da taxa de germinação. Bag et al. (2000) observaram em *Thamnocalamus spathiflorus* que a presença de BAP melhorou a sobrevivência e a multiplicação dos brotos. Nesse trabalho, o baixo desenvolvimento de brotos provavelmente se deu devido ao baixo vigor das cariopses.

Foi observado desenvolvimento espontâneo de raízes em 40,65% das plantas, em meio de cultivo sem adição de reguladores de crescimento para a indução do sistema radicular. Os resultados encontrados diferem do apresentado por Arya et al (1999), em que cariopses de *D. asper* formaram brotos, porém não houve a formação de raízes em meio MS contendo BAP. A capacidade dos tecidos para formação de raízes depende de vários fatores endógenos e/ou exógenos e suas interações (Rocha et al., 2008). Diversos autores relataram o enraizamento espontâneo em espécies de bambu oriundas de cariopses: 50% em *D. strictus* (Shirgurkar et al., 1996); 29,7% em *Phyllostachys meyeri* (Ogita et al., 2008); 20% em *Ochalandra wightii* (Bejoy et al., 2012) e 85% em *D. asper* (Araujo, 2017). Segundo Bejoy et al. (2012), culturas estabelecidas a partir de embriões normalmente demonstram desenvolvimento simultâneo de raízes, juntamente com brotos, sendo que nestes casos, não é necessária uma fase de enraizamento separada.

Houve variação fenotípica nas plantas geradas em relação a coloração (Figura 20). Muitas vezes, a diversidade genética pode ser expressada por meio de diferenças em características fenotípicas. A disponibilidade de variabilidade genética pode ser útil na seleção de genótipos superiores, cruzamentos, conservação, etc. Porém, deve-se salientar que a variação de fenótipos em uma população é resultado tanto das diferenças existentes entre genótipos, quanto das variações dos ambientes. Segundo Mota (2013), as variações de ambiente podem ofuscar as de natureza genética, e quanto maior for a proporção da

variabilidade decorrente do ambiente em relação à variabilidade total, mais difícil será selecionar genótipos de forma efetiva. Assim, a germinação e cultivo *in vitro* propicia um ambiente com variações mínimas e controladas, oferecendo maior garantia de que as variações fenotípicas observadas aconteçam devido a variações de genótipos.



Figura 20. Variação fenotípica de plântulas provenientes de germinação *in vitro* de cariopses de *Dendrocalamus asper*.

Apesar da baixa taxa germinativa, notou-se discrepância nas taxas de germinação *in vitro* e em câmara germinadora, de 65,85% e de até 4,0-4,5%, respectivamente. Considerando-se que as cariopses utilizadas nesse estudo foram provenientes de mesmo lote e submetidas aos devidos testes em uma mesma época, a germinação *in vitro* demonstrou ser eficiente, gerando plântulas saudáveis, morfológicamente normais e vistosas. As cariopses apresentaram taxa de germinação *in vitro* satisfatória, mesmo após sete meses de coletadas.

A germinação depende tanto da viabilidade dos frutos, como de um ambiente propício, com condições adequadas de temperatura, umidade, substrato e ausência de contaminação. O ambiente de germinação *in vitro* forneceu melhores condições para que as cariopses germinassem e se desenvolvessem. Além disso, o período de germinação das cariopses *in vitro* (4-14 dias) foi inferior ao tempo de germinação das cariopses *ex vitro* (7-21 dias). A germinação *in vitro* tem por vantagem a obtenção de maiores índices de germinação e diminuição do tempo necessário para seu início (Stein et al., 2007).

Principalmente quando se trabalha com embriões imaturos, o meio de cultivo rico em nutrientes oferece condições satisfatórias para o início rápido do metabolismo da germinação (Coelho et al., 2001).

Na literatura existem relatos de que a germinação *in vitro* apresenta maiores índices de germinação quando comparada com a *ex vitro*, conforme observado por Nery et al. (2008) em ipê-amarelo (39 dias e 53 dias, respectivamente), e por Vasana et al. (1985), citado por Zamora (1994) em cariopses de quatro espécies de bambu.

Além disso, a germinação *in vitro* pode ser acoplada a outras técnicas de cultivo *in vitro*, como a micropropagação, formação de brotos adventícios e embriogênese somática, fornecendo explantes assépticos (Zamora, 1994). Uma vez estabelecidas em cultura, os explantes podem ser regularmente divididos para aumentar o número de plantas, sem a necessidade de material de origem. Os produtores comerciais preferem micropropagação para o estabelecimento, restauração e restabelecimento de plantações. Essa técnica permite um fornecimento contínuo de mudas com características morfológicas selecionadas e necessidade limitada de plantas de fonte adicionais (Baldwin et al., 2009).

Assim, estudos de meios de cultura que favoreçam a germinação *in vitro* são importantes para maximizar a taxa de germinação e diminuir o tempo necessário para a germinação ocorrer, principalmente em plantas nas quais a disponibilidade de frutos é limitada e rara, como para algumas espécies de bambu. Verificada a eficiência da germinação *in vitro* de *D. asper*, torna-se necessário a realização de testes para o estabelecimento *in vitro* e a elaboração de um protocolo de cultivo, para somente assim viabilizar a produção comercial de mudas a partir deste método.

E, perante os baixos valores obtidos nos testes de germinação e emergência, e levando-se em consideração o fato das cariopses serem raras e muito perecíveis após a colheita, estudos são necessários para determinar o melhor método de armazenamento e conservação de cariopses de *D. asper*.

5 CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir:

1. Os tratamentos dos frutos avaliados influenciam a capacidade germinativa de cariopses e a emergência de plântulas, sendo que a retirada das glumas propicia melhores resultados.
2. A imersão das cariopses de *D. asper* em ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos é prejudicial à germinação e emergência de plântulas.
3. A germinação *in vitro* de *D. asper* é viável, sendo uma alternativa potencial mais eficiente para o aumento da taxa de germinação da espécie.

6 REFERÊNCIAS

- ADEBI, T.; DOSST, F. H. Study on seed germination and seedlings growth of bamboo (*Dendrocalamus hamiltonii*). **Ecologia Balkanica**, Plovdiv, v. 5, n. 2, p. 51-56, 2013.
- AGNIHOTRI, K. A.; NANDI, K. S. *In vitro* shoot cut: A high frequency multiplication and rooting method in the bamboo *Dendrocalamus hamiltoni*. **Biotechnology**, India, v. 8, p. 259-263, 2009.
- AHLAWAT, S. P.; HARIDASAN, K.; HEGDE, S. N. **Field manual for propagation of bamboo in north east India**. State Forest Research Institute, Department of Environment & Forests, Government of Arunachal Pradesh, SFRI Information Bulletin, Itanagar, n. 14, 2002. 18 p.
- ALMEIDA, J. G. Potencialidades do bambu. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 7, n.3, p. 178-195, 2016.
- ANANTACHOTE, A. Flowering and seed characteristics of bamboos in Thailand. In: **Recent Research on Bamboos**, Proceedings of the International Bamboo Workshop, Kerala Forest Research Institute, p. 136-145, 1985.
- ANANTACHOTE, A. Flowering characteristics of some bamboos in Thailand. In: **Bamboos Current research**, Proceedings of the International Bamboo Workshop, Kerala Forest Research Institute, p. 66-75, 1990.
- ARAUJO, C. H. P.; CARNEIRO, L. L.; ARAUJO, C. L. P.; SIBOV, S. T. Estabelecimento *in vitro* de duas espécies de bambu: *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer ex Heyne e *Bambusa oldhamii* Munro. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.11, n.22, p. 1172-1182, 2015.
- ARAUJO, C. H. P. T. **Micropropagação de *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer ex Heyne**. 2017. 67 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.
- ARYA, S.; SATSANGI, R.; ARYA, I. D. Direct regeneration of shoots from immature inflorescences in *Dendrocalamus asper* (edible bamboo) leading to mass propagation. **Bamboo Science & Culture**, Encinitas, v. 21, n. 1, p. 14-20, 2008a.
- ARYA, S.; SATSANGI, R.; ARYA, I. D. Large scale plant production of edible bamboo *Dendrocalamus asper* through somatic embryogenesis. **Bamboo Science & Culture**, Encinitas, v. 21, n. 1, p. 21-31, 2008b.

- ARYA, S.; SHARMA, S.; KAUR, R.; DEV ARYA, I. Micropropagation of *Dendrocalamus asper* by shoot proliferation using seeds. **Plant Cell Reports**, India, v.18, p. 879-882, 1999.
- AZZINI, A.; PIO, R. M. Florescimento e Frutificação em Bambu. **Revista Científica do Instituto Agrônomo**, Campinas, v. 41, n. 18, p.175-180, 1982.
- BAG, N.; CHADRA, S.; PALNI, L. M. S.; NANDI, S. K. Micropropagation of Dev-ringal [*Thamnochlamus spathiflorus* (Trin.) Munro] — a temperate bamboo, and comparison between *in vitro* propagated plants and seedlings. **Plant Science**, India, v.156, p.125–135, 2000.
- BALDWIN, B. S.; CIRTAİN, M.; HORTON, D. S.; OUELLETTE, J.; FRANKLIN, S. B.; PREECE, J. E. Propagation Methods for Rivercane [*Arundinaria gigantea* L.(Walter) Muhl.]. **Castanea**, EUA, v. 74, n. 3, p. 300–316, 2009.
- BANIK, R. L. **Silviculture of South Asian priority Bamboos**. Springer, Singapore, 2016. p. 117-128.
- BANIK, R. L. Review of conventional propagation research in bamboos and future strategy. **Constraints to production of bamboo and rattan**, p. 114-142, 1994.
- BARKER, N. P. External fruit morphology of southern African Arundineae (Arundinoideae: Poaceae). **Bothalia**, v. 24, n. 1, p. 55-66, 1994.
- BARTHOLOTT, W. 1981. Epidermis and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. **Nordic Journal of Botany**, v. 1, p. 345-355, 1981.
- BEJOY, M.; ANISH, N. P.; RADHIKA, B. J.; NAIR, G. M. *In vitro* propagation of *Ochlandra wightii* (Munro) Fish.: an endemic reed of Southern Western Ghats India. **Biotechnology**, India, v. 11, n. 2, p. 67-73, 2012.
- BELLAIRS, S. M. A tropical, gregariously semelparous bamboo shows no seed dormancy. **Biotropica**, v. 40, n. 1, p. 28–31, 2008.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. Springer Science & Business Media, 3rd Edition, 2013. 407 p.
- BHATTACHARYA, S.; DAS, M.; BAR, R.; PAL, A. Morphological and Molecular Characterization of *Bambusa tulda* with a Note on Flowering. **Annals of Botany**, India, v. 98, n.3, p. 529-535, 2006.
- BOGDAN, A.V. Grass pollination by bees in Kenya. **Proceedings of the Linnean Society of London**, Kenya, v. 173, p. 57-61, 1960.

BOONARUTEE, P.; SOMBOON, K. Effects of temperature and seed moisture content on the storage of *Dendrocalamus brandisii* seeds. **Tropical Tree Seed Research ICIAR Proceedings**, Australia, n. 28, p. 86-88, 1990.

BPG (Bamboo Phylogeny Group). An updated tribal and subtribal classification of the bamboos (Poaceae: Bambusoideae). **Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society**, v.25, n.1, p. 1-10, 2012.

BRASIL. **Glossário ilustrado de morfologia**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, 2009a. 406 p.

BRASIL. **Regras para Análise de Sementes – RAS**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, 2009b. 399 p.

CALDERÓN, C. E.; SODERSTROM, T. R. **The genera of Bambusoideae (Poacea) of the American continent: Keys and comments**. Smithsonian Contributions to Botany, n. 44, 1980. 27 p.

CARVALHO, M.L.S.; DÓREA, M.C.; FERREIRA, F.M.; MOTA, A.C.; OLIVEIRA, R.C. DE; OLIVEIRA, R.P.; FILGUEIRAS, T.S.; REIS, P.A.; SANTOS-GONÇALVES, A.P.; SHIRASUNA, R.T.; SILVA, A.S.; VIANA, P.L.; ZANIN, A.; LONGHI-WAGNER, H.M. 2015. Bambusoideae in: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB102232>>. Acesso em: 05 Jan. 2017.

CASSELLS, A. C. **Pathogen and microbial contamination management in micropropagation**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1997. p. 370.

CID, L. P. B. **Cultivo *in vitro* de plantas**. Embrapa, Brasília, 2010, 303 p.

COELHO, M. C. F.; PINTO, J. E. B. P.; MORAIS, A. R.; CID, L. P. B.; LAMEIRA, O. A. Germinação de sementes de sucupira-branca (*Pterodon pubescens* (Benth.) Benth.) *in vitro* e *ex vitro*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.1, p. 38-48, 2001.

CUARANHUA, C. J. **Frutificação, dispersão e predação por insetos de frutos/sementes de Imbuia (*Ocotea porosa*)**. 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

CUNHA, M. D. L.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith - Cumaru - Leguminosae Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 89-96, 2003.

DELATORRE, C. A. Dormência em sementes de arroz vermelho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 565-571, 1999.

DOUANGBOUPHA, B., APLIN, K. P., & SINGLETON, G. R. Rodent outbreaks in the uplands of Laos: analysis of historical patterns and the identity of nuu khii. **Aciair Monograph Series**, Canberra, v. 96, p. 103-111, 2003.

EMBAYE, K. **Ecological aspects and resources management of bamboo forest in Ethiopia**. 2003. 25 f. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2003.

ESTEVAM, J. T. **Caracterização morfológica, germinação e vigor de sementes de Rosa do Deserto (*Adenium obesum* (Forssk.) Roem. and Schult.)**. 2014. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Global Forest Resources Assessment 2010**. Rome, FAO, 2010. 340 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **World bamboo resources: A thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005**. Non-wood Forest Products, Rome, n. 18, 2005. 74p.

FARIA, D. V. **Indução *in vitro* de brotos em *Aechmea ramosa* var. *Ramosa* mart. Ex schult. F. (Bromeliaceae)**. 2011. 36 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Espírito Santo, Andreia Barcelos Passos Lima, Alegre, 2011.

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* Benth. - faveira (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 303-309, 2001.

FILGUEIRAS, T. S. O conceito de fruto em gramíneas e seu uso na taxonomia da família. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 93-100, 1986.

FILGUEIRAS, T. S.; GONÇALVES, A. P. S. A Checklist of the Basal Grasses and Bamboos in Brazil (POACEAE). **Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society**, São Paulo, v.18, n.1, p.7-18, 2004.

FILGUEIRAS, T.S. 2015. *Dendrocalamus* in: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB105333>>. Acesso em: 02 mai. 2017.

FRANÇA, C. D. **Potencialidades de espécies de bambu para a estabilidade de encostas e áreas degradadas em solos de cerrado**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Brasília, 2011.

FONSECA, F. K. P. **Produção de mudas de bambu *Guadua angustifolia* Kunth (Poaceae) por propagação vegetativa**. 2007. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2007.

GENEROSO, A. L. **Caracterização morfológica e cultivo *in vitro* de espécies de bambu**. 2014. 57 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)

Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Darcy Ribeiro, Campos Goytacazes, 2014.

GPWG (The Grass Phylogeny Working Group). Phylogeny and subfamilial classification of the grasses (Poaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden** **88**, Beijing, n. 3, p. 373-457. 2001.

GRECO, T. M. **Diversidade de bambus (Poaceae: Bambusoideae) na ilha de Santa Catarina, Brasil**. 2013. 151 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal de Santa Catarina, Ana Zannin, Florianópolis, 2013.

GROTH, D.; LIBERAL, O. H. T. **Catálogo de identificação de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, n. 1, 1988. 182 p.

GUILHERME, F. A. G.; RESSEL, K. Biologia floral e sistema de reprodução de *Merostachys riedeliana* (Poaceae: Bambusoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 205-211, 2001.

HUANG, S. Q.; YANG, H. F., LU, I.; TAKAHASHI, Y. Honeybee-assisted wind pollination in bamboo *Phyllostachys nidularia* (Bambusoideae: Poaceae)? **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 138, n. 1, p. 1-7. 2002.

INBAR (International Network for bamboo and rattan), 2012. **International trade of bamboo and rattan 2012**. Disponível em: <<http://www.inbar.int/wp-content/uploads/downloads/2015/05/Annual-trade-report-2012-2.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2015.

INBAR (International Network for bamboo and rattan), 2015. **Manual on sympodial bamboo cultivation**. Disponível em: <http://commonfund.org/fileadmin/user_upload/Projects/INBAR/INBAR_10FT/6.Technical_manual_on_sympodial_bamboo_cultivation-Ghana.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2017.

ITO, M. A.; TOMBOLATO, A. F. C.; RAMOS JR, E. U.; OTA, E. C.; SALGADO, A. L. Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de bambu na UPD de Tatuí do PRDTA do Sudoeste paulista/SAA. In: **Anais do II Seminário Nacional do bambu: Consolidação da Rede Brasileira do Bambu - RBB**, Rio Branco, AC, n. 2, p. 44-49, 2010.

JACKSON, J. K. Notes: 1. Insect pollination of bamboos. **Natural History Bulletin of the Siam Society**, Chiang Mai, v. 9, p. 163-187, 1981.

JANZEN, D. H. Why bamboos wait so long to flower. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Michigan, v. 7, n. 1, p. 347-391. 1976.

JARAMILLO, S.V. **La Guadua em los proyectos de inversión**. In: Anales del Congreso Mundial de Bambú/Guadua. Pereira, Colômbia, 1992. 219 p.

KAMONDO, B. M.; HAQ, A. U. Evaluation of bamboo regeneration techniques. In: **Bamboos Current research**, Proceedings of the International Bamboo Workshop, Kerala Forest Research Institute, p. 144-147, 1990.

KUMAR, R.; PAL, M., PANDEY, R.; MATHUR, R. Factor analysis of growth parameters in *Dendrocalamus strictus* seedlings: an exploratory approach. **Journal of Bamboo and Rattan**, v. 1, n. 1, p. 11-21, 2001.

KUMAR, V.; BANERJEE, M. Albino regenerants proliferation of *Dendrocalamus asper* *in vitro*. **World Journal of Agricultural Sciences**, v.10, n. 1, p. 09-13, 2014.

KUNIYOSHI, Y.S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com Araucaria**.1983. 233f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983.

LACERDA, M. J. R.; CABRAL, J. S. R.; SALES, J. F.; FREITAS, K. R.; FONTES, A. J. Superação da dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. “Marandu”. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 823-828, 2010.

LARRÉ, C. F.; ZEPKA, A. P. S.; MORAES, D. M. Testes de germinação e emergência em sementes de Maracujá submetidas a envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 708-710, 2007.

LEMOS, E. E. P.; FONSECA, F. K. P.; OLIVEIRA, J. F.; LEÃO, I. B.; REZENDE, L. P.; SOUZA, C. D.; FILGUEIRAS, T. S.; FERREIRA, M. O. Inovações tecnológicas para a propagação de espécies de bambu. In: Seminário Nacional “Estruturação da rede de pesquisa e desenvolvimento”. **Anais do Seminário Nacional de Bambu**, Brasília, 2006. p. 56-61.

LI, D. Z. Taxonomy and biogeography of the Bambuseae (Gramineae: Bambusoideae). In: **Proceedings of training course cum workshop**, Kunming and Xishuanbanna, Yunnan, China, p. 14-23, 1998.

LI, Z. H.; DENICH, M.; BORSCH, T. Simultaneous flowering of umbrella bamboo (*Fargesia murielae*) at its native home in Central China. **Journal of Forestry Research**, Beijing, v.17, n.4, p.293-297, 2006.

LIU, Q., ZHAO, N., HAO, G., HU, S., LIU, Y. 2005. Caryopsis morphology of the Chloridoideae (Gramineae) and its systematic implications. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 148, p. 57-72, 2005.

LOMBARDO, F.; YOSHIDA, H. Interpreting lemma and palea homologies: a point of view from rice floral mutants. **Frontiers in Plant Science**, Plant Evolution and Development, Japan, v. 6, p. 1-6, article 61, 2015.

LONDOÑO, X. El bambú en Colombia. **Bioteología Vegetal**, Cuba, v. 11, n. 3, p. 143-154, 2011.

LOPEZ, O. H. **Bamboo: The gift of the gods**. Bogotá, Colombia: D’vinni Ltda, 2003. 553p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MANHÃES, A. P. **Caracterização da cadeia produtiva do bambu no Brasil: Abordagem preliminar**. 2008. 32 f. Monografia (Curso de Engenharia Florestal) Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

MAOYI, F.; LINZHONG, X.; BENZHI, Z.; ZHENGCAI, L.; XIANTAN, X. **Technical Manual on Sympodial Bamboos Cultivation**. Beijing: China Forestry Publishing House, 2007, 100 p.

MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M.L.A. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de Palmito-Vermelho (**Euterpe espiritosantensis** Fernandes – Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 164-173, 1999.

MEDEIROS, A. C. S.; EIRA, M. T. S. **Comportamento Fisiológico, Secagem e Armazenamento de Sementes Florestais Nativas**. Embrapa, Circular técnica 127, Colombo, 2006. 13 p.

MELO, M. F. F.; MACEDO, S. T. DALY, D. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de nove espécies de *Protium* Burm. f. (Burseraceae) da Amazônia Central, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 21, n. 3, p. 503-520, 2007.

MEREDITH, T. J. **Timber press pocket guide to Bamboos**. London: Timber Press, 2009. p. 77-78.

MOTA, E. E. S. **Caracterização fenotípica e variação genética quantitativa em *Dipteryx alata* Vog. (Barueiro) do Cerrado**. 2013. 82 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas), Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Goiás, 2013.

MUDOI, K. D.; SAIKIA, S. P.; GOSWAMI, A.; GOGOI, A.; BORA, D.; BORTHAKUR, M. Micropropagation of important bamboos: A review. **African Journal of Biotechnology**, India, v. 12, n. 20, p. 2770-2785, 2013.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A Revised medium for rapid growth and bio assays with *Tobacco* tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Wisconsin, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p.49-85.

NAKAMURA, A. T. **Embriologia e desenvolvimento pós-seminal de espécies de Poaceae (Poales)**. 2007. 86 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

NEGRELLE, R. R. B.; VEIGA, F. H. Dinâmica de regeneração de *Merostachys skvortzovii* Send. em remanescente de Floresta com Araucária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 7, p. 1198-1204, 2015.

NERY, M. C.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, L. M.; NERY, F. C.; SILVA, D. G. Germinação *in vitro* e *ex vitro* de embriões/sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich. **Cerne**, v. 14, n. 1, p. 1-8, 2008.

NMBA (National Mission on Bamboo Applications). Technology Information, Forecasting and Assessment Council (TIFAC) – Department of Science and Technology. Government of India, 2004. 56 p.

OGITA, S.; KASHIWAGI, H.; KATO, Y. *In vitro* node culture of seedlings in bamboo plant, *Phyllostachys meyeri* McClure. **Plant Biotechnology**, Japan, v. 25, n. 4, p. 381-385, 2008.

OLIVEIRA, C. L. S. **Bambu: uma proposta para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar no Distrito Federal**. 2011. 115 f. Monografia (Agronomia), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

PANDALAI, R. C.; SEETHALAKSHMI, K. K.; MOHANAN, C. **Nursery and silvicultural techniques for bamboos**. Kerala Forest Research Institute, 2002. 41 p.

PATTANAIK, S. Bamboo Systematics with Special Reference to Molecular Taxonomy of *Dendrocalamus*. In: **Bamboos in India**. ENVIS Centre on Forestry, p. 1-14, 2015.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. Bauru: Canal 6, 2007. 240 p.

PEREIRA, M. A. R. **Projeto bambu: introdução de espécies, manejo, caracterização e aplicações**. 2012. 210 f. Tese (Livre-docência em Design e Construção com Bambu) Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Bauru, 2012.

POHL, R.W. Blooming history of the Costa Rica bamboos. **Revista de Biologia Tropical**, Iowa, v. 39, p. 111-124, 1991.

POPPENS, R. P.; VAN DAM, J. E. G.; ELBERSEN, H. W. **Bamboo: Analyzing the potential of bamboo feedstock for the biobased economy**. NL Agency, Ministry of Economic Affairs, 2013. 32 p.

RAMYARANGSI, S., 1990. Techniques for seed storage of *Thyrsostachys siamensis*. In: Ramanuja Rao, I.V., Gnanaharan, R. & Sastry, C.B. (Editors): **Bamboos current research. Proceedings of the international bamboo workshop**, November 14-18, 1988, Cochin, India. The Kerala Forest Research Institute, India and International Development Research Centre, Canada. pp. 133-135.

RAO, I. V. R. Delivery systems for planting materials: requirements and approaches. **Constraints to production of bamboo and rattan**, Delhi, p. 143-157, 1994.

RAWAT, M. M. S. Optimum conditions for testing germination of bamboo seeds. **Journal of Bamboo and Rattan**, India, v. 4, n. 1, p. 3–11, 2005.

RIBEIRO, A. S.; BRONDANI, G. E.; TORMEN, G. C. R.; FIGUEIREDO, A. J. R. Cultivo *in vitro* de bambu em diferentes sistemas de propagação. **Revista Nativa**, Sinop, v. 4, n. 1, p.15-18, 2016.

ROBERTS, E. H. Storage environment and the control of viability. In: ROBERTS, E.H. **Viability of seeds**. London: Chapman & Hall, 1972. p. 14-58, 438 p.

ROCHA, M. A. C.; COSTA, M. A. P. C.; SILVA, S. A.; LEDO, C. A. S.; MOREIRA, M. J. S.; BASTOS, L. P. Enraizamento *in vitro* e aclimatização de genótipos de jenipapeiro (*Genipa americana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 769-774, 2008.

RONALD, P. **Tropical Bamboos, Propagation Manual**. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR), Beijing, China, 2005. 36 p.

ROY, S. S., ALI, M. N., GANTAIT, S., CHAKRABORTY, S., & BANERJEE, M. Tissue Culture and Biochemical Characterization of Important Bamboos. **Research Journal of Agricultural Sciences**, India, v. 5, n. 2, p. 135-146, 2014.

SALGADO, A. L. B. **Bambu com sal: aqui e agora, lá e então**. Campinas: Amaro Comunicações, 2014. 352p.

SALGADO, A. L. B. Bambu no brasil uma matéria prima celulósica e energética. In: Seminário Nacional “Estruturação da rede de pesquisa e desenvolvimento”. **Anais do Seminário Nacional de Bambu**, Brasília, 2006. p. 135-142.

SALGADO, A. L. B.; GODOY JÚNIOR, G. O bambu no Brasil: em nossa vida, nossa cultura, seu cultivo e utilização. In: **Seminário Internacional-Cursos e Mostra**. O uso do bambu na construção civil. Maceió: SEBRAE, 2002. p.39.

SCHMIDT, L. **Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed**. Danida Forest Seed Centre, 2000. 511p.

SEETHALAKSHMI, K. K.; PILLAI, K. S. ***Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees: A state of the art review with annotated bibliography**. Kerala Forest Institute, Kerala, India, 2003. 168 p.

SHIRGURKAR, M. V.; THENGANE, S. R.; POONAWALA, I. S.; JANA, M. M.; NADGAUDA, R. S.; MASCARENHAS, A. F. A simple *in vitro* method of propagation and rhizome formation in *Dendrocalamus strictus* Nees. **Current Science**, India, v. 70, n. 10, p. 940-943, 1996.

SILVA FILHO, J. P. B. **Caracterização anatômica de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala (Poaceae: Bambusoideae: Arthrostylidiinae)**. 2006. 156 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
SILVA, I. F.; PEREIRA, D. S.; SILVA, S. R. F. Estudos morfológicos do bambu (*Bambusa cf. vulgaris* L.), uma espécie invasora em área de Mata Atlântica no parque municipal de Maceió-Alagoas. **Revista Semente**, v. 6, n. 6, p. 99-109, 2011a.

- SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; MATOS, V. P.; GONÇALVES, E. P. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas de *Erythrina velutina* Willd., Leguminosae – Papilionidae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 104-114, 2008.
- SILVA, L. A. C. D.; SANTOS, S. A. D.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. D. L.; COMASTRI FILHO, J. A.; GARCIA, J. B.; SILVA, M. G. B. D. Sementes da gramínea nativa *Mesosetum chaseae* Luces na sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS: dormência ou quiescência? **Veterinária e Zootecnia**, v. 18, n. 4, p. 632-639, 2011b.
- SILVA, R. M. C. **O Bambu no Brasil e no mundo**. 2005. Disponível em: <http://www.embambu.com.br/imagens/bambu_brasil_mundo.pdf>. Acesso em: 28 jun.2015.
- SINGH, G.; RICHA. Viability loss of *Dendrocalamus hamiltonii* seeds with storage associated with membrane phase behaviour and hormonal analysis. **International Journal of Life Sciences**, India, v. 4, n. 4, p. 547-553, 2016.
- SINGH, G.; RICHA; SHARMA, M. L. Effect of prolonged storage on the biochemical constituents of primary metabolites in three species of bamboo seeds. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, India, v. 39 n. 1, p. 248-250, 2016.
- SINGH, R. S.; SINGH, R.; KALIA, S.; DALAL, S.; DHAWAN, K. A.; KALIA, K. R. Limitations, progress and prospects of application of biotechnological tools in improvement of bamboo: A plant with extraordinary qualities. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, India, v. 19, p. 21-41, 2013.
- SIVAKUMAR, S.; WANI, A. M. Seed management techniques for quality seedling production of *Dendrocalamus strictus* (Roxb) Ness. **International Journal of Farm Sciences**, India, v. 3, n. 1, p. 65-69, 2013.
- SMITH, M. **Efeito de perturbações sobre a abundância, biomassa e arquitetura de *Guadua weberbaueri* Pilg. (Poaceae – Bambusoideae) em uma floresta dominada por bambu no Sudoeste da Amazônia**. 2000. 80 f. Dissertação de mestrado, INPA/UA, Manaus, 2000.
- SOUSA, G. C.; CLEMENTE, P. L.; RAMOSISAAC, V. L.; FARIA, S. P.; CAMPOS, M. R. C. Contaminação Microbiana na Propagação *in vitro* de *Cattleya walkeriana* e *Schomburgkia crispa*. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 405-407, 2007.
- SOUZA, L. A. **Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade de sementes de Mamona**. 2007. 63 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Maria Laene M. de Carvalho, Lavras, 2007.
- STATSOFT, INC. **Programa computacional Statistica 10**. 2011.

STEIN, V. C.; PAIVA, R.; SOARES, F. P.; NOGUEIRA, R. C.; SILVA, L. C.; EMRICH, E. Germinação *in vitro* e *ex vitro* de *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1702-1708, 2007.

SUNGKAEW, S.; STAPLETON, C.M.A; SALAMIN, N. & HODKINSON, T.R. Nonmonophyly of the woody bamboos (Bambuseae, Poaceae): A multi-gene region phylogenetic analysis of Bambusoideae s.s. **Journal of Plant Research**, v.122, p. 95-108, 2009.

TEIXEIRA, A. A. **Painéis de bambu para habitações econômicas: Avaliação do desempenho de painéis revestidos com argamassa**. 2006. 204 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de Brasília, Jaime Gonçalves de Almeida, Brasília, 2006.

TERRELL, E. E.; PETERSON, P.M. Caryopsis morphology and classification in the Triticeae (Pooideae: Poaceae). **Smith Contribution of Botany**, v. 83, p. 1-25, 1993.

THAPA, P.; KAUR, D.; SOOD, P.; MEHTA, R.; BRAR, J.; NADDHA, H.; OGRA, R. K.; PRAKASH, O.; BHATTACHARYA, A.; SOOD, A. Biotechnology of Bamboos. In: **Bamboos in India**. ENVIS Centre on Forestry, 2015. p. 147-186.

THAPLIYAL, M.; JOSHI G.; BEHERA, F. Bamboo: Flowering, Seed Germination and Storage. In: **Bamboos in India**, ENVIS Centre on Forestry, p. 89-108, 2015.

TOMBOLATO, A. F. C.; GRECO, T. M.; PINTO, M. M. Dez espécies de bambus exóticos mais comuns no paisagismo no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Jundiaí, v. 18, n. 2, p.105-114, 2012.

TORRES, G. R. C.; SANTOS, P. V. S.; SOUZA, R. A.; DANTAS, P. V. P. Efeito da posição de segmentos nodais sobre a contaminação e brotação na micropropagação do bambu. **Ciência & Tecnologia: Fatec-JB**, Jaboticabal, v.8, n.1, p. 1-15, 2016.

VENKATESH, C.S. Dichogamy and breeding system in a tropical bamboo *Ochlandra travancorica*. **Biotropica**, India, v. 16, p. 309-312,1984.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

XIAO, Y.; NIU, G.; KOZAI, T. Development and application of photoautotrophic micropropagation plant system. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Netherlands, v. 105, p. 149-158, 2011.

XIE, N.; CHEN, L. N.; WONG, K. M.; CUI, Y. Z.; YANG, H. Q. Seed set and natural regeneration of *Dendrocalamus membranaceus* Munro after mass and sporadic flowering in Yunnan, China. **Plos One**, China, v. 11, n.4, p. 1-11,2016.

XINTING, X.; MAOYI, F.; XIANTAN, X.; PINHUA, W.; JINKUN, Z.; YUHUI, L. Sowing properties of controlled pollinated seeds and the growth of young seedlings of

Dendrocalamus latiflorus Munro. **Journal of Beijing Forestry University**, Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang, China, v. 1, p. 59-65, 2004.

WEI F.; Z. FENG; Z. WANG & M. LI. Feeding strategy and resource partitioning between Giant and Red Pandas. **Mammalia**, China, v. 63, p. 417-429, 1999.

ZAMORA, A. B. Review of micropropagation research on bamboos. **In: Constraints to production of bamboo and rattan**, INBAR Technical Report N° 5, India, p. 44-99, 1994.