



**PROPAGAÇÃO DE BAMBU EM VIVEIRO EM DIFERENTES
SUBSTRATOS, DOSES DE HIDROGEL E VARIABILIDADE
GENÉTICA DE UMA COLEÇÃO *EX-SITU*”**

JOSÉ RAIMUNDO LUDUVICO DE SOUSA

**TESE DE DOUTORADO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**PROPAGAÇÃO DE BAMBU EM VIVEIRO EM DIFERENTES
SUBSTRATOS, DOSES DE HIDROGEL E VARIABILIDADE
GENÉTICA DE UMA COLEÇÃO *EX-SITU*”**

José Raimundo Luduvico de Sousa

ORIENTADOR: Dr. ANDERSON MARCOS DE SOUZA

CO-ORIENTADOR: Dr. JONNY EVERSON SCHERWINSKI PEREIRA

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**PUBLICAÇÃO: 05 /2018
BRASÍLIA/ DF MAIO DE 2018**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

"PROPAGAÇÃO DE BAMBU EM VIVEIRO EM DIFERENTES SUBSTRATOS, DOSES DE
HIDROGEL E VARIABILIDADE GENÉTICA DE UMA COLEÇÃO *EX-SITU*"

JOSÉ RAIMUNDO LUDUVICO DE SOUSA

TESE DE DOUTORADO ACADÊMICO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL, DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR.

APROVADA POR:



Prof. Dr. ANDERSON MARCOS DE SOUZA (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Orientador)



Prof. Dr. REGINALDO SÉRGIO PEREIRA (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Examinador Interno)



Prof.ª Dr.ª FRANCINE NEVES CALIL (Universidade Federal de Goiás – UFG);
(Examinadora Externa)



Prof.ª Dr.ª PATRÍCIA PEREIRA PIRES (Universidade Federal de Goiás – UFG);
(Examinadora Externa)

Prof.ª Dr.ª ROSANA DE CARVALHO CRISTO MARTINS (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB).
(Examinadora Suplente)

Brasília-DF, 21 de março de 2018.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

LL947p	Luduvico de Sousa, José Raimundo Propagação de bambu em viveiro em diferentes substratos e doses de hidrogel e variabilidade genética de uma coleção em campo / José Raimundo Luduvico de Sousa; orientador Anderson Marcos de Souza; co-orientador Jonny Everson Scherwinski Pereira. -- Brasília, 2018. 112 p. Tese (Doutorado - Doutorado em Ciências Florestais) -- Universidade de Brasília, 2018. 1. Propagação vegetativa de bambu. 2. Diferentes substratos. 3. Diferentes doses de hidrogel. 4. Coleção ex situ de bambu. 5. Variabilidade genética de bambu. I. de Sousa, Anderson Marcos, orient. II. Scherwinski Pereira, Jonny Everson, co-orient. III. Título.
--------	--

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LUDUVICO, J. R. S. (2018). "Propagação de bambu em viveiro em diferentes substratos, doses de hidrogel e variabilidade genética de uma coleção *ex-situ*". Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Publicação _____ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 112 f.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: José Raimundo Luduvico de Sousa

TÍTULO: "Propagação de bambu em viveiro em diferentes substratos, doses de hidrogel e variabilidade genética de uma coleção *ex-situ*".

GRAU: Doutor ANO: 2018

É concedido à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

José Raimundo Luduvico de Sousa
luduvico23@hotmail.com

RESUMO

PROPAGAÇÃO DE BAMBU EM VIVEIRO EM DIFERENTES SUBSTRATOS, DOSES DE HIDROGEL E VARIABILIDADE GENÉTICA DE UMA COLEÇÃO *EX-SITU*.

Autor: José Raimundo Luduvico de Sousa

Orientador: Prof. Dr. Anderson Marcos de Souza

Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais

Brasília, março de 2018

Considerando a importância da propagação vegetativa de bambu em viveiro, a variabilidade genética de uma coleção em campo como uma forma de inserção desta cultura na cadeia de produção e a necessidade de conhecimento sobre as características genética de bambu, visando melhoramento e conservação genética. O trabalho objetivou a propagação sexuada e assexuada de mudas de bambu em viveiro, implantar e conduzir uma coleção ex-viva de bambu em campo. Os experimentos foram conduzidos em Brasília, DF, na Fazenda Água Limpa sendo em DIC, disposto em 5 tratamentos e 4 repetições para propagação seminal de *Dendrocalamus asper*, DIC disposto em 15 tratamentos, com três fontes de propágulo (rebrotagem lateral + disco, rebrotagem lateral e disco) e cinco combinações de substratos e 5 doses de hidrogel (0, 1, 2, 3 e 4 g/litro de terra de subsolo) na propagação vegetativa de *Dendrocalamus asper* e *Bambusa vulgaris* var *vittata*, DBC disposto em 7 tratamentos (espécies de bambu) repetidos em 3 blocos na instalação da coleção de bambu. Foram coletados dados da altura da parte aérea da touceira (cm), número de brotos (unid.) e número de folhas (unid.), diâmetro da touceira (cm), peso seco da parte aérea e raiz, comprimento (cm) e número de raízes (unid.) nas propagações e altura da parte aérea da touceira (cm), número de brotos (unid.), área da base da touceira (m²), área de cobertura da touceira (m²) e densidade de colmo/touceira (unid.) para a coleção. Utilizou-se análise de variância, testes de médias Tukey para comparação de médias, modelos de regressão através do programa estatístico RBio e análise SELEGEN para parâmetros genéticos da coleção. Verificou-se que o crescimento em altura, número de brotos, número de folhas, diâmetro da touceira, peso seco da parte aérea e raiz, número e comprimento de raízes foram influenciados significativamente pelas composições de terra de subsolo + substratos e pelas doses de hidrogel nos três propágulos (experimentos de propagação). Houve diferenças significativas entre as espécies e na seleção genética da coleção de bambu. A composição de terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® e a dose 4 g/litro de terra de subsolo juntamente com o propágulo disco obtiveram o melhor desempenho nos experimentos de propagações. No experimento da coleção, a espécie *Bambusa vulgaris* var *vittata* teve o melhor desempenho quanto aos caracteres morfológicos de crescimento. Houve variabilidade genética entre e dentro dos clones (espécies) na coleção.

Palavras-chave: propagação vegetativa, bambu, substratos, hidrogel, variabilidade genética de bambu.

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF BAMBOO VEGETABLE PROPAGATION IN VIVEIRO AND GENETIC VARIABILITY OF A *EX-SITU* COLLECTION

Author: José Raimundo Luduvico de Sousa

Privacy Policy | Dr. Anderson Marcos de Souza

Postgraduate Program in Forestry Sciences

Brasilia, March 2018

Considering the importance of the optimization of the vegetative propagation of bamboo in the nursery, the genetic variability of a collection in the field as a way of insertion of this culture in the chain of production and the need of knowledge about the genetic characteristics of bamboo, aiming at breeding and genetic conservation. The objective of this study was to optimize the sexual and asexual propagation of bamboo seedlings in nursery, to implant and to conduct an ex-vivo collection of bamboo in the field. The experiments were conducted in Brasília, DF, at the Água Limpa Farm, being in DIC, arranged in 5 treatments and 4 replicates for seed propagation of *Dendrocalamus asper*, DIC arranged in 15 treatments, with three sources of propagule (lateral regrowth + disc, lateral regrowth and discs) and five combinations of substrates and 5 doses of hydrogel (0, 1, 2, 3 and 4 g / liter of subsoil) in the vegetative propagation of *Dendrocalamus asper* and *Bambusa vulgaris var vittata*, DBC arranged in 7 treatments of bamboo) repeated in 3 blocks in the installation of bamboo collection. Data were collected on the height of the shoot (cm), number of shoots (unid.) And number of leaves (unid.), Diameter of the clump (cm), dry weight of shoot and root, length (cm), number of shoots (unid.), area of the base of the clump (m²), area of cover of the clump (m²) and density of stem / clump (unid.) for the collection. We used variance analysis, Tukey averages tests for comparison of means, regression models through the RBio statistical program and SELEGEN analysis for genetic parameters of the collection. Growth in height, number of shoots, number of leaves, shoot diameter, shoot dry weight and root, number and root length were significantly influenced by soil substrate + substrate compositions and hydrogel doses in the three propagules (propagation experiments). There were significant differences between species and in the genetic selection of the bamboo collection. The composition of subsoil + commercial substrate Bioplant ® and the dose 4 g / liter of subsoil together with the disc propagule obtained the best performance in the experiments of propagations. In the experiment of the collection, the species *Bambusa vulgaris var vittata* had the best performance regarding the morphological characters of growth. There was genetic variability between and within the clones (species) in the collection.

Key words: vegetative propagation, bamboo, substrates, hydrogel, genetic variability of bamboo.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL, OBJETIVOS E REFERENCIAL TEÓRICO	1
1.INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. OBJETIVO GERAL	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3. HIPÓTESES	3
4. REFERENCIAL TEÓRICO	3
4.1. TAXONOMIA E ORIGEM DO BAMBU	3
4.2. DISTRIBUIÇÕES DO BAMBU.....	4
4.3. ESTUDOS DA CADEIA PRODUTIVA E VIABILIDADE TÉCNICA PARA O CULTIVO DO BAMBU	7
4.4. FORMAS DE CRESCIMENTO DO BAMBU	9
4.5. PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO BAMBU	10
4.6. CONSERVAÇÃO GENÉTICA ATRAVÉS DE UMA COLEÇÃO <i>EX-VIVO</i> DE BAMBU.....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
CAPÍTULO 2 - EFEITO DE DIFERENTES SUBSTRATOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE MUDAS SEMINAIS E CLONAIIS DE BAMBU DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) E NA PROPAGAÇÃO ASSEXUADA DE BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV.	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVO GERAL	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.2. MATERIAIS GENÉTICOS.....	17
3.3. COLETA DO MATERIAL GENÉTICO.....	18
3.4. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	19
3.7. ANÁLISE DOS DADOS	21
4. RESULTADOS.....	22
4.1. MUDAS SEMINAIS DE <i>DENDROCALAMUS ASPER</i> (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE).....	22
4.2. MUDAS CLONAIIS DE <i>DENDROCALAMUS ASPER</i> (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE).....	26
4.3. MUDAS CLONAIIS DE <i>BAMBUSA VULGARIS</i> SCHRAD. VAR. <i>VITTATA A. ET C. RIV.</i>	33
5. DISCUSSÃO GERAL	39
6. CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

CAPÍTULO 3 - EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE HIDROGEL AO SUBSTRATO SOBRE O CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS CLONAIAS DE BAMBU EM VIVEIRO.	47
1. INTRODUÇÃO	47
2. OBJETIVOS	49
2.1. OBJETIVO GERAL	49
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	49
3. MATERIAIS E MÉTODOS	49
3.1. LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO	49
3.2. MATERIAIS GENÉTICOS.....	49
3.3. COLETA DO MATERIAL GENÉTICO.....	50
3.4. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	51
3.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	52
3.6. OBTENÇÃO DOS DADOS	52
3.7. ANÁLISE DOS DADOS	53
4. RESULTADOS	53
5. DISCUSSÃO GERAL	68
6. CONCLUSÕES.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
CAPÍTULO 4 – CRESCIMENTO E ESTABELECIMENTO DE UMA COLEÇÃO DE BAMBU E SUA CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA	77
2.OBJETIVOS	79
2.1. OBJETIVO GERAL	79
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	79
3. MATERIAIS E MÉTODOS	79
3.1. LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	79
3.2. MATERIAL VEGETAL	79
3.3. OBTENÇÃO DAS MUDAS.....	81
3.4. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	82
3.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	83
3.6. COLETA E OBTENÇÃO DOS DADOS	84
5. RESULTADOS	85
5.1. PADRÕES MORFOLÓGICOS DE CRESCIMENTO	85
5.2. PADRÕES GENÉTICOS DE CRESCIMENTO	89
6. DISCUSSÃO GERAL	94
6.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE CRESCIMENTO	94
6.2. PARÂMETROS GENÉTICOS DE CRESCIMENTO.....	96
7. CONCLUSÕES.....	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

TABELA 1 - COMPOSIÇÕES DE SUBSTRATOS PARA A PROPAGAÇÃO VEGETATIVA SEXUADA DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV.	20
---	----

CAPÍTULO 3

TABELA 1 - DOSAGENS DE HIDROGEL E FUNÇÕES GERAIS	52
TABELA 2 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS DA ALTURA DA PARTE AÉREA (CM) DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. AOS 180 DIAS.	53
TABELA 3 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS DO NÚMERO DE BROTO (UNID.) DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. AOS 180 DIAS.	55
TABELA 4 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS DO NÚMERO DE FOLHAS (UNID.) DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. AOS 180 DIAS.	57
TABELA 5 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS DO DIÂMETRO DA TOUCEIRA (CM) DE DENDROCALAMUS ASPER E BAMBUSA VULGARIS VAR. VITTATA AOS 180 DIAS.	59
TABELA 6 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS DO PESO SECO DA PARTE AÉREA (G) DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. AOS 180 DIAS.	61
TABELA 7 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS DO PESO SECO DA RAIZ (G) DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. AOS 180 DIAS.	63
TABELA 8 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS DO COMPRIMENTO DA RAIZ (CM) DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. AOS 180 DIAS.	65
TABELA 9 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS DO NÚMERO DE RAIZ (UNID.) DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. AOS 180 DIAS.	66

CAPÍTULO 4

TABELA 1 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE CRESCIMENTO EM TOUCEIRAS DE COLEÇÃO DE BAMBU.	85
TABELA 2 - ANÁLISES DE DEVIÂNCIAS PARA AS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE ESPÉCIES DE BAMBU AVALIADAS EM TESTE DE CLONES, AOS 360 DIAS DE IDADE.	91
TABELA 3 - ESTIMATIVAS DOS COMPONENTES DE VARIÂNCIA PARA CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE ESPÉCIES DE BAMBU AVALIADAS EM TESTE DE CLONES, AOS 360 DIAS DE IDADE.	92
TABELA 4 - VALORES GENOTÍPICOS DOS CLONES MULTIESPÉCIES DE BAMBU PARA AS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE ESPÉCIES DE BAMBU AVALIADAS EM TESTE DE CLONES, AOS 360 DIAS DE IDADE. ...	93

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

FIGURA 1 - TIPOS DE PROPÁGULOS (A - REBROTAÇÃO LATERAL SECUNDÁRIA E DISCO DO COLMO PRINCIPAL; C - REBROTAÇÃO LATERAL SECUNDÁRIA COM DOIS NÓS) E C - DISCO DO COLMO PRINCIPAL COM UMA GEMA	19
FIGURA 2 - CRESCIMENTO E ESTABELECIMENTO DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) EM VIVEIRO.	22
FIGURA 3 - VALORES OBTIDOS DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DESTRUTIVAS DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) PRODUZIDAS EM VIVEIRO. .	25
FIGURA 4 - CRESCIMENTO E ESTABELECIMENTO DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) EM VIVEIRO.	28
FIGURA 5 - CRESCIMENTO E ESTABELECIMENTO DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) EM VIVEIRO.	30
FIGURA 6 - PESOS SECOS DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) EM VIVEIRO.	31
FIGURA 7 - CRESCIMENTO E ESTABELECIMENTO DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE) EM VIVEIRO.	32
FIGURA 8 - CRESCIMENTO E ESTABELECIMENTO DE MUDAS DE BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. EM VIVEIRO.	34
FIGURA 9 - CRESCIMENTO E ESTABELECIMENTO DE MUDAS DE BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. EM VIVEIRO.	36
FIGURA 10 - PESOS SECOS DE MUDAS DE BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. EM VIVEIRO.	37
FIGURA 11 - CRESCIMENTO E ESTABELECIMENTO DE MUDAS DE BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. EM VIVEIRO.	38

CAPÍTULO 3

FIGURA 1 - TIPOS DE PROPÁGULOS (A - REBROTAÇÃO LATERAL SECUNDÁRIA E DISCO DO COLMO PRINCIPAL; C - REBROTAÇÃO LATERAL SECUNDÁRIA COM DOIS NÓS) E C - DISCO DO COLMO PRINCIPAL COM UMA GEMA.	51
FIGURA 2 - ALTURA DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE (A) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. (B) PRODUZIDAS POR PROPAGAÇÃO ASSEXUADA EM VIVEIRO.....	57
FIGURA 3 - NÚMERO DE BROTO (UNID.) DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE (A) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. (B) PRODUZIDAS POR PROPAGAÇÃO ASSEXUADA EM VIVEIRO.	58
FIGURA 4 - NÚMERO DE FOLHAS (UNID.) DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE (A) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. (B) PRODUZIDA POR PROPAGAÇÃO ASSEXUADA EM VIVEIRO.	58
FIGURA 5 - DIÂMETRO DA TOUCEIRA (CM) DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE (A) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. (B) PRODUZIDAS POR PROPAGAÇÃO ASSEXUADA EM VIVEIRO.	60
FIGURA 6 - PESO SECO DA PARTE AÉREA (G) DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE (A) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. (B) PRODUZIDAS POR PROPAGAÇÃO ASSEXUADA EM VIVEIRO.	62
FIGURA 7 - PESO SECO DA RAIZ (G) DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE (A) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. (B) PRODUZIDA POR PROPAGAÇÃO ASSEXUADA EM VIVEIRO.	64

FIGURA 8 - COMPRIMENTO DA RAIZ (CM) DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE (A) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. (B) PRODUZIDA POR PROPAGAÇÃO ASSEXUADA EM VIVEIRO.	66
FIGURA 9 - NÚMERO DE RAIZ (UNID.) DE MUDAS DE DENDROCALAMUS ASPER (SCHULT. & SCHULT. F.) BACKER EX K. HEYNE (A) E BAMBUSA VULGARIS SCHRAD. VAR. VITTATA A. ET C. RIV. (B) PRODUZIDAS POR PROPAGAÇÃO ASSEXUADA EM VIVEIRO.	67

CAPÍTULO 4

FIGURA 1 - DESENHO ESQUEMÁTICO DO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	83
FIGURA 2 - CRESCIMENTO EM ALTURA DA PARTE AÉREA DA TOUCEIRA (CM).....	86
FIGURA 3 - CRESCIMENTO EM NÚMERO DE BROTOS (UNID.) DAS ESPÉCIES DE BAMBU DA COLEÇÃO.	87
FIGURA 4 - ÁREA DA BASE DA TOUCEIRA (M ²).....	87
FIGURA 5 - ÁREA DE COBERTURA DA TOUCEIRA (CM ²).....	88
FIGURA 6 - DENSIDADE DE COLMOS/TOUCEIRA (UNID.).....	89

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL, OBJETIVOS E REFERENCIAL TEÓRICO

1.INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de dimensões continentais, com disponibilidade climatológica favorável e adequada para o cultivo de diversas variedades de bambu de valor comercial. Possui também uma das maiores florestas nativas de bambu do planeta localizada na Amazônia Sul Ocidental, ocorrendo nesta área grandes concentrações de bambu nativo.

No entanto, a atividade econômica relacionada ao bambu no Brasil é bastante restrita devido à ausência de tradição no emprego do bambu como matéria-prima e, também, às lacunas de conhecimento e tecnologias locais que permitam usar tanto as espécies de clima temperado, adequadas às regiões Sul e Sudeste do país, quanto as espécies tropicais nativas, que têm excelentes propriedades físicas e mecânicas, além de grande potencial comercial (AMARAL, 2017).

As espécies de bambu são consideradas promissoras por possuírem características de destaque, tais como: capacidade de consumir gás carbônico, sendo consideradas de grande apelo ambiental e social; alta eficiência estrutural, podendo ser utilizado na construção civil; trabalhabilidade (artesanato, armamento, música e percussão, utensílios domésticos e materiais esportivos); ornamentação, o que lhe permite grande aceitação paisagística; capacidade medicinal, sendo seu rizoma utilizado como antídoto para substâncias tóxicas, anti-hemorrágica, brotos digestivos; e bioindicação, principalmente de metais pesados (AZZINI et al., 1997). Sua inserção na indústria já ocorre em certos estados do Brasil, com destaque no Nordeste brasileiro, sendo utilizado na produção de papel e celulose. Outro destaque do bambu está o seu uso como fonte de energia, isto devido ao seu potencial e velocidade de crescimento, o qual permite a produção de grande quantidade de matéria seca produzida por hectare (SANTANA, 2014).

Além de espécies nativas, no Brasil houve a introdução de outras espécies durante a colonização pelos portugueses, sendo as espécies tropicais exóticas mais disseminadas no país, como *Bambusa vulgaris* (bambu verde), *Bambusa vulgaris* var. *vittata* (bambu imperial), *Bambusa tuldoides* (bambu comum) e *Dendrocalamus giganteus* (bambu gigante) (COSTA, 2004).

Considerado um vegetal de bom crescimento em todos os tipos de solo, o bambu é caracterizado por emitir novos brotos sem a necessidade de replantio (MARINHO et al., 2012). Por ser uma cultura perene e produzir colmos assexuadamente, é considerada uma cultura viável economicamente, permitindo produzir materiais genéticos com uniformidade (BERALDO e AZZINI, 2004).

Embora já se tenha conhecimento sobre a propagação de algumas espécies exóticas de bambu, ainda é incipiente o conhecimento sobre propagação dos bambus nativos do Brasil, o que por sua vez limita a sua utilização em grandes projetos de reflorestamentos e sua inserção na cadeia produtiva do agronegócio. Outra informação não muito conhecida é sobre a fisiologia de crescimento e desenvolvimento deste material quando plantado em áreas visando a sua produção em grande escala.

Para a inserção de uma cultura em uma determinada cadeia de produção é necessário ter o conhecimento sobre as características genética da espécie, com objetivo de manter o máximo destas características, visando futuros programas de melhoramento e conservação genética. Neste intuito, as coleções ativas de germoplasma têm uma função importante, seja na manutenção de materiais raros geneticamente ao longo do tempo, como também garantem a possibilidade de resgate de materiais para futuros programas de seleção, hibridação e transformação genética (RAMOS et al., 2011).

Estudos que abordam a manutenção de características genéticas em bambu são poucos e, portanto, a implantação de coleção visando a conservação de germoplasma de bambu são fundamentais para auxiliar estudos posteriores (FILGUEIRAS e GONÇALVES, 2011), principalmente envolvendo sua propagação, melhoramento, cultura de tecidos, taxonomia, genética, dentre outros. Como no Brasil, pouco se sabe sobre a variabilidade dos bambus nativos e exóticos, a implantação de uma coleção de germoplasma na região Central do Brasil, pode contribuir significativamente para a inserção desta espécie na cadeia produtiva nacional de bambu.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a propagação sexuada e assexuada de mudas de diferentes espécies de bambu em viveiro e implantar e conduzir uma coleção *ex-viva* de bambu em campo.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a resposta de diferentes fontes propágulos de bambu visando a obtenção de mudas em viveiro;
- Avaliar diferentes substratos na propagação vegetativa de bambu, visando a produção de mudas em viveiro;
- Avaliar a potencialidade do hidrogel incorporado ao substrato na produção de mudas de bambu em viveiro;
- Avaliar o desenvolvimento de multiespécies de bambu em coleção *ex viva* a campo;

3. HIPÓTESES

1 - Fontes de propágulos promove diferenças no desenvolvimento e qualidade de mudas produzidas através de estaquias de bambu;

2 - O tipo de substrato utilizado na produção de mudas promove diferenças morfológicas na altura, número de folhas, número de brotos, número de folhas, diâmetro da touceira, peso seco da parte aérea, peso seco das raízes, número de raízes e comprimento de raízes nas mudas produzidas em viveiro;

3 - A incorporação de hidrogel ao substrato de produção de mudas influencia a qualidade da muda produzida por propagação assexuada e sexuada de bambu;

4 - A diversidade morfológica pode ser um indicativo de diversidade genética em uma coleção de bambu;

5 - O estudo comportamental avaliando características morfológicas de desenvolvimento de coleção *ex-situ* é uma maneira de se estabelecer espécies de bambu fora de seu ambiente natural, bem como auxiliar em estudos posteriores.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Taxonomia e origem do bambu

O vegetal bambu corresponde a um conjunto de plantas pertencentes à família Poaceae e subfamília Bambusoideae reunindo cerca de 1.439 espécies, distribuídas em 116 gêneros de bambus conhecidos no mundo. A América Latina possui 39% das espécies e 31% dos gêneros (BPG-BAMBOO PHYLOGENY GROUP, 2012), sendo o Brasil o país com a maior diversidade de bambu do continente Americano (GROMBONE-GUARATINI et al., 2011), e acredita-se que existam muitas outras espécies de bambu ainda desconhecidas

(DAVIDSON et al., 2006). A maior diversidade de espécies é encontrada nos continentes asiático e americano (BERALDO e AZZINI, 2004).

A planta de bambu é formada pelos sistemas subterrâneos de rizomas e raiz e parte aérea contendo colmos, galhos e folhas. Os colmos são formados por uma série alternada de nós e entrenós, sendo constituídos principalmente de fibras e vasos. Esses colmos diferem, segundo a espécie, em comprimento, espessura da parede, diâmetro, espaçamento dos nós e resistência (GHAVAMI e MARINHO, 2005).

A origem do bambu remonta-se da era Cretácea, um pouco antes do início da era Terciária, quando há indícios do aparecimento do homem. Os chineses, em 2.600 a.C, já representavam graficamente o bambu por dois talos com ramas, e o denominavam CHU. Atualmente o bambu é considerado um dos mais antigos ou tradicionais ativos ambientais, desempenhando no mundo contemporâneo um importante papel estratégico por ser uma espécie perene, renovável e que produz colmos anualmente sem a necessidade de replantio, apresentando assim, um grande potencial agrícola e florestal. Além disso, essa planta possui excelentes características físicas, químicas e mecânicas, sendo um eficiente sequestrador de carbono, podendo ser utilizado em reflorestamentos, na recomposição de matas ciliares, e também como um protetor e regenerador ambiental, bem como pode ser empregado em diversas aplicações ao natural ou após sofrer um adequado processamento (LOPEZ, 1974).

4.2. Distribuições do bambu

Os bambus lenhosos são distribuídos, naturalmente, pelas áreas tropicais e temperadas da Ásia, Austrália, África e da América (GUERREIRO e LIZARAZU, 2010). Há evidências de que os ancestrais dos bambus lenhosos evoluíram na era pós-cretácea, no hemisfério sul (BYSTRIAKOVA et al., 2003).

Ao todo, são 34 gêneros de bambu, no Brasil, com 232 espécies, das quais 174 são consideradas endêmicas, e algumas, ainda, não foram, formalmente, descritas (FILGUEIRAS e GONÇALVES, 2004). Outros países da América Latina, também, possuem uma grande diversidade de espécies de bambus, como Colômbia (70), Venezuela (60), Equador (42), Costa Rica (39), México (37) e Peru (37) (LONDOÑO, 2010 e VASCONCELLOS, 2013).

Dentre os centros mundiais de diversidade de bambu, está a Mata Atlântica Brasileira, estendendo-se desde o Estado da Paraíba ao Rio Grande do Sul, em uma estreita

faixa costeira, caracterizada, principalmente, por chuvas abundantes (MORIS et al., 1983), de modo que os Estados brasileiros de São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Bahia e Paraná são os que possuem a maior diversidade de bambus lenhosos (JUDZIEWICZ et al., 2000; LONDOÑO, 2010; BAMBOO PHYLOGENY GROUP, 2012). Dessa forma, a Região da Mata Atlântica é importante para manter a diversidade de bambus lenhosos na América do Sul, servindo como fonte de alimento e moradia para vários animais silvestres importantes (BYSTRIAKOVA et al., 2003).

Na América do Sul, encontra-se uma grande floresta natural de bambu, conhecida como tabocais, que ocupa uma área de, aproximadamente, 165.000 km² (ABREU, 2012), envolvendo o Estado brasileiro do Acre e se estendendo até o Peru e a Bolívia, onde predominam bambus do gênero *Guadua* (FILGUEIRAS e GONÇALVES, 2004).

No Brasil, já foram introduzidas mais de 20 espécies de bambus exóticos (FILGUEIRAS e GONÇALVES, 2004), sendo a maioria das espécies naturais do continente Asiático e introduzidas, no Brasil, principalmente durante o período colonial (SILVA et al., 2011). A imigração japonesa introduziu, principalmente, as espécies de bambu do tipo alastrante, como é o caso do bambu “Mossô” (*Phyllostachys edulis*), cultivado para a produção de brotos comestíveis (TOMBOLATO et al., 2012). Segundo Almeida (2010), essas espécies exóticas se encontram adaptadas ao clima brasileiro, tendo grande importância econômica e social.

A nível local, essa matéria-prima, juntamente com outras fibras naturais, assegura às populações pobres das regiões tropicais e subtropicais renda complementar, geração de emprego e, sobremaneira, identidade cultural. E, a nível internacional, o bambu é responsável por uma cadeia de produção e valor que contribui significativamente para a sustentabilidade dessas populações (LOPEZ, 2003).

No Brasil, a maioria das espécies de bambus foram trazidas pelos portugueses na época da colonização. Os portugueses introduziram as espécies tropicais exóticas, sendo as mais comuns, a *Bambusa vulgaris* (bambu-verde), *Bambusa vulgaris* variedade *vittata* (bambu imperial), *Bambusa tuldooides* (bambu comum), *Dendrocalamus gigantes* (bambu gigante ou bambu balde) e *Dendrocalamus latiflorus*. Mais recentemente, imigrantes japoneses trouxeram algumas espécies alastrantes típicas de clima temperado pertencentes ao gênero *Phyllostachys*, conhecidas mais popularmente como bambu chinês. Esta espécie

é muito utilizada na fabricação de móveis, artigos de lazer e em paisagismo, (SALGADO, 2001).

Conforme Salgado (2001), as espécies nativas de bambus crescem associadas com a floresta. As espécies nativas conhecidas são: Cambaúba (região Centro e Norte de Minas Gerais), Cana-Brava (região de Minas Gerais, município de Uberaba), Taboca, Cana-Brava-do-Mato, Ubá (região de Pernambuco), Taquara (região de Minas Gerais no Triângulo Mineiro e Goiás), Taquaruçú (região da Amazônia e Mato Grosso do Sul).

O Brasil possui potencialidades como, por exemplo, condições climáticas, biodiversidade, práticas e saberes tradicionais e, sobretudo, conhecimento técnico-científico para a utilização do bambu nos diferentes setores e atividades socioeconômicas. Entretanto, existe a necessidade de expandir a capacidade técnico-científica, desenvolvimento tecnológico voltado ao cultivo e à propagação desta espécie e, finalmente, o estabelecimento de políticas públicas voltadas para a expansão do negócio do bambu no país (ALMEIDA, 2010).

Dos biomas brasileiros, a Amazônia e a Mata Atlântica são os que abrigam o maior número de espécies de bambus, sendo que no sudoeste da Amazônia, especialmente nos Estados do Acre e Amazonas, há respectivamente 70 mil e 20 mil Km² de bambus nativos inexplorados comercialmente. Se esse potencial for devidamente identificado, preservado e utilizado de forma sustentável, certamente esses estados terão ganhos significativos em termos de desenvolvimento regional (FILGUEIRAS e GONÇALVES, 2004).

Apesar de o Brasil ser o país de maior extensão territorial da América do Sul, possuir incrível diversidade de espécies e de existirem grandes áreas dominadas por bambus, como é o caso das florestas abertas com bambus da espécie *Guadua* no sudoeste da Amazônia, essas espécies podem desaparecer devido ao desmatamento, sua principal ameaça, e em virtude da exploração predatória (FILGUEIRAS e GONÇALVES, 2004).

Além da importância ecológica, os bambus têm um alto valor econômico, movimentando bilhões de dólares por ano no mundo todo. São gramíneas utilizadas para os mais variados fins, de material de construção e instrumentos musicais a palitos de fósforo e alimentação. Esse potencial, no entanto, é pouco explorado no Brasil, em comparação com o uso que se faz da planta na China, Índia e outros países da Ásia, onde essas plantas são

cultivadas há séculos. Em Bangladesh, por exemplo, 73% da população vivem em casas feitas de bambu (OSTAPIV e FAGUNDES, 2007).

O interesse pelo bambu torna-se ainda maior quando se observa que essas gramíneas podem ser excelentes substitutas de madeiras nativas. Tendo em vista que as tecnologias do bambu exigem pouco investimento de capital, são intensivas em mão de obra e de fácil aprendizagem, a difusão dessas tecnologias pode, pois, ser um instrumento importante em projetos de inclusão social (OSTAPIV e FAGUNDES, 2007).

4.3. Estudos da cadeia produtiva e viabilidade técnica para o cultivo do bambu

O bambu é considerado um vegetal dos mais antigos e tradicionais ativos ambientais, desempenhando no mundo importantes funções estratégicas. Nas regiões tropicais e subtropicais essa matéria prima juntamente com outras fibras naturais proporciona às populações pobres uma renda complementar, geração de emprego e, sobretudo, identidade cultural. Internacionalmente, o bambu é responsável por uma cadeia de produção e valor com contribuição significativa para a sustentabilidade dessas populações. A cadeia produtiva do bambu proporciona ainda oportunidades de negócios concretos, imediatos e com grande potencial de mercado e inúmeros benefícios sociais e, sobretudo, ambientais (ALMEIDA, 2010).

Conforme Ribeiro (2005), as formas de uso do bambu são divididas em categorias, a saber: agricultura; arquitetura; arte e cultura; culinária; artesanato; móveis; papel; transporte; medicina; combustão e bioenergia. Isso demonstra o potencial desta planta, podendo ser substituto ou complemento de inúmeros bens de consumo, que por características próprias possam não ser renováveis ou ainda que tenham um custo social e ambiental elevados para sua exploração.

Em meio à grande possibilidade de uso, faz-se necessário o conhecimento de suas propriedades fundamentais para que suas potencialidades plenas possam ser empregadas. Apesar da utilização do bambu remontar a milênios, essa valiosa matéria prima não tem recebido o devido destaque nos meios científicos. A ideia errônea de sempre associar o bambu a obras temporárias e, sobretudo, à miséria tem sido prejudicial, diminuindo o interesse científico e tecnológico pelo uso do bambu. Esta planta é uma das matérias primas mais importantes em alguns países em desenvolvimento como Índia e China, como tal, na indústria as maiores possibilidades são para a produção conjunta de fibras celulósicas, papel

e energia, sendo na forma de amido granular ou como etanol após a sacarificação do amido. A produção de broto de bambu, como alimento e a obtenção de carvão a partir dos colmos de bambu (BERALDO e AZZINI, 2004).

Conforme Judziewicz et al., (1999), o Brasil possui uma das maiores reservas de bambu nativo no sudoeste da Amazônia, chegando a 180.000 Km². Estas reservas constituem uma sólida possibilidade econômica sustentável ainda não explorada, com múltiplos aproveitamentos para geração de renda e trabalho com desenvolvimento humano.

Nos últimos anos, com a preocupação global de preservação ambiental e por ser um dos vegetais que mais rápido crescem no planeta, as indústrias orientais de móveis e de papel têm investido em tecnologia para o aproveitamento mais racional do bambu (CULZONI, 1986). Dentre tais indústrias destacam-se as de piso laminado de bambu, que atualmente produzem pisos de alto padrão de acabamento em escala industrial. Analisando-se este processo industrial de laminação do bambu, juntamente com o da madeira laminada colada, observa-se que eles podem ser aplicados na fabricação de peças estruturais de bambu laminado colado (BLC), associados à madeira de reflorestamento (BONO, 1996).

Seja qual for a denominação dada ao bambu; pau para toda obra, planta de mil utilidades, ou madeira do futuro, todas são válidas para justificar uma das plantas de maior valor para o homem devido o seu crescimento extraordinariamente rápido, crescendo mais que o eucalipto e o pinheiro (GRAÇA,1988). Uma espécie de bambu Madaque (*Phyllostachys bambusoides*), conforme López (1974) alcançou um recorde de crescimento diário, sendo constatado nos limites de Kyoto no ano de 1956, crescendo 121 cm em apenas 24 horas, apresentando 12 cm de diâmetro de colmo.

Conforme o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2004), o bambu embora seja uma gramínea, possui características agrônômicas e tecnológicas que o torna uma matéria prima alternativa a madeira e capaz de fazer frente às demandas emergentes de diversos setores da indústria de base florestal. No mundo, particularmente na Ásia, existe produção em grande escala de parquetes, painéis, móveis, papel e tecidos provenientes do bambu. Na Índia, China e Colômbia está inclusa em vários programas governamentais de fomento e pesquisas relacionados ao seu cultivo e aproveitamento industrial.

No Brasil, foi sancionada a Lei nº 12.484, de 8 de setembro de 2011 que institui a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu para

desenvolver sua produção a partir de ações governamentais e empreendimentos privados, com o objetivo de valorizar o bambu como instrumento de promoção do desenvolvimento socioeconômico regional.

Diferentemente dos demais grupos vegetais, os sistemas de classificação de bambus não se baseiam em suas características florais, uma vez que os períodos de floração do bambu variam de 20 a 120 anos. Os fatores envolvidos e responsáveis pelo florescimento dos bambus não são conhecidos, o que dificulta o trabalho dos taxonomistas na identificação de espécies. Geralmente quando as espécies florescem, morrem logo depois (ALBERINI, 1979).

4.4. Formas de crescimento do bambu

Os bambus são divididos em dois grupos distintos quanto ao tipo de crescimento do rizoma, os que formam touceiras (simpodiais) e os alastrantes (monopodiais) (SILVA, 2005).

O grupo de bambus simpodiais, ou também conhecidos como entouceirantes, é representado pelos gêneros *Bambusa*, *Dendrocalamus* e *Guadua*. A maioria desses bambus se desenvolve melhor em climas tropicais, apresentando um crescimento mais lento em temperaturas baixas. Os rizomas são sólidos, com raízes na sua parte inferior e são do tipo paquimórfico por serem curtos e grossos. Seus rizomas, também, possuem gemas laterais, que dão origem, somente, a novos rizomas, muitas dessas gemas permanecem inativas de forma permanente ou temporariamente, apenas a gema apical do rizoma pode dar origem a um novo colmo. Esse processo continua de tal maneira que os rizomas se desenvolvem formando uma touceira densa (SAFE, 2004).

Os bambus monopodiais possuem rizomas que são do tipo leptomórfico, caracterizados por serem alongados, duros e finos, com entrenós longos e espaçados. A ponta está, geralmente, orientada horizontalmente, podendo crescer entre um e seis metros por ano. Os novos colmos e rizomas emergem das gemas dos antigos rizomas (SAFE, 2004; SILVA, 2005). São os bambus conhecidos como alastrantes e considerados de hábito invasivo. Esse grupo é pouco representado nas regiões tropicais, sendo mais comum em locais de clima frio e temperado. Porém, o gênero *Phyllostachys* é bastante difundido no Brasil, devido à sua grande utilização, como contenção de declives, na construção civil, no artesanato, como vara de pescar, entre outros usos (SAFE, 2004).

4.5. Propagação vegetativa do bambu

A propagação vegetativa do bambu por sementes está diretamente ligada à floração, pois as sementes são obtidas após o florescimento. No entanto, os fatores fisiológicos, climáticos e as pragas dificultam a obtenção de sementes com padrões semelhantes. Alguns países da Ásia estão realizando a propagação sexuada, com o cruzamento entre espécies, formando bambus híbridos com melhor desempenho agrônômico, tecnológico e econômico, possibilitando uma produção em larga escala (BERALDO e AZZINI, 2004).

A propagação vegetativa mais utilizada para bambus é a assexuada, onde a vantagem está em obter-se plantas clonais com uniformidade genética fenotípica, a partir do enraizamento de estacas providas de gemas primárias. A propagação vegetativa do bambu pode ser obtida por transplante total ou parcial para pequenos plantios, por pedaços de rizoma com raízes utilizado mais em espécies alastrantes, e para espécies entouceirantes utilizam-se pedaços de segmentos de colmos contendo gemas brotadas ou não (BERALDO e AZZINI, 2004).

Esta cultura não necessita de replantio e permite cortes periódicos a cada dois anos. Após cada corte, surgem novas perfilações, que induzem a formação de rizomas. Cada rizoma abriga um número variado de gemas que vão germinar e formar novas perfilações ou hastes. Em regiões de clima quente, o bambu deixa cair suas folhas no verão e, assim, reduz a fotossíntese, economizando energia. Em épocas mais amenas, com folhagem plena, ocorre o contrário, e os bambuzais inundam o ar com oxigênio. Estudos demonstram que os bambuzais oxigenam quatro vezes mais a atmosfera do que as florestas tropicais (LARCHER, 2000).

4.6. Conservação genética através de uma coleção *ex-vivo* de bambu

A distribuição e o comportamento da vida das espécies de bambu têm sido também afetados diretamente pelas mudanças climáticas globais ou regionais e, indiretamente, por mudanças na vegetação decorrentes do uso indevido da terra, fragmentando os seus habitats e elevando os obstáculos para a propagação e perpetuação destas espécies. Assim, é esperado que em um determinado espaço de tempo algumas espécies entrem em risco extremo de extinção e algumas espécies vulneráveis se tornem mais raras (IUCN, 2011). Diante disto, torna-se necessário a criação de mecanismos que permitam a conservação destas espécies, como a conservação *ex-vivo*, permitindo que pequenas populações sejam mantidas dentro ou

fora de seu ambiente original (ANDRABI e MAXWELL, 2007), merecendo destaque a criação de uma coleção *ex-situ*, os quais abrigam sete espécies de bambu para a conservação de ampla variabilidade genética vegetal (MMA, 2002).

As coleções *ex-situ* de vegetais apresentam, como principal objetivo, o resgate de populações de plantas que se extinguíram, ou que tenham importantes características biológicas a serem preservadas, ou ainda espécies localmente adaptadas ou em risco de extinção (HIEMSTRA et al., 2005, RAMOS et al., 2011). A coleta e a conservação *ex-situ* de bambu são fundamentais para auxiliar em estudos posteriores (FILGUEIRAS e GONÇALVES, 2011), envolvendo sua propagação, melhoramento, cultura de tecidos, taxonomia, genética, dentre outros.

Em muitas espécies de bambus, o florescimento é um fenômeno raro. Além disso, produzem um baixo número de sementes, que, na maioria das vezes, é infértil (FILGUEIRAS, 1988). Dessa forma, a conservação *ex-situ* das espécies de bambu por meio de coleção *ex-situ* torna-se bastante viável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, W. (2012). Bambus ajudam na formação geológica de rios na Amazônia.
- ALBERINI, J. L. Cultura do Bambu; Paraná, I APAR, 1979, p. 1-3.
- ALMEIDA, J. G. (2010) Proposta para a Implantação de uma rede brasileira do bambu. Anais do I Seminário Nacional do Bambu. 2. ed. Brasília: CPAB, Universidade de Brasília, 196p.
- AMARAL, E. F. Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia 1. ed., 2017. v. 1. 658p
- ANDRABI, S. M. H.; MAXWELL, W. M. C. A review on reproductive biotechnologies for conservation of endangered mammalian species. Animal Reproduction Science, v.99, p.223-243, 2007.
- AZZINI, A; SANTOS, R L e PETTINELLI, J. A. Bambu: Material Alternativo para Construções Rurais, Campinas, 1997, Boletim Técnico, I AC, n. 171, p. 01-18.
- BPG - BAMBOO PHYLOGENY GROUP, (2012) An Updated Tribal and Subtribal Classification of the Bamboos (Poaceae: Bambusoideae). The Journal of the American Bamboo Society, 24(1):1-10.
- BERALDO, A. L.; AZZINI, A. Bambu: Características e utilizações. 1. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 127 p.

- BONO, C. T. Madeira laminada colada na arquitetura: sistematização de obras executadas no Brasil. 1996. 365 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo.
- BYSTRIAKOVA, N., KAPOS, V., LYSENKO, I. (2003) Bamboo Biodiversity: Africa Madagascar and the Americas. UNEP-WCMC/INBAR.
- COSTA, T.M. S. Estudo da viabilidade técnica do emprego do bambu da espécie *Bambusa vulgaris* Schard. como carvão vegetal. São Paulo: USP, 62p. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear – Materiais). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares-IPEN, São Paulo, 2004.
- CULZONI, R. A. M. Características dos bambus e sua utilização como material alternativo no concreto. Rio de Janeiro: PUC, 1986. 215 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.
- DAVIDSON, D.W.; ARIAS, J.A.; MANN, J. An experimental study of bamboo ants in western Amazonia. *Insectes Sociaux*, v. 53, p. 108–114, 2006.
- FILGUEIRAS, T. S. (1988) Bambus nativos do Distrito Federal, Brasil (Gramineae: Bambusoideae). *Revista Brasileira Botânica*, 11: 47-66.
- FILGUEIRAS, T.S.; GONÇALVES, A. P. S. A Checklist of the Basal Grasses and Bamboos in Brazil (Poaceae). *Bamboo scienci and culture: The Journal of the American Bamboo Society*. v. 18, n. 1, p. 7-18. 2004.
- FILGUEIRAS T. S., GONÇALVES, A. P. S. (2011) Bambus nativos no Brasil: oportunidades e desafios para seu conhecimento. *Anais do I Seminário Nacional do Bambu*. 2. ed. Brasília: CPAB, Universidade de Brasília, 2011, 196p.
- GHAVAMI, K.; MARINHO, A.B. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia*. Campina Grande, PB. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, n.1, p.107-114, 2005.
- GRAÇA, V. L. Bambu: técnicas para o cultivo e suas aplicações. 2. ed. São Paulo: Editora Ícone, 1988. 123 p.
- GROMBONE-GUARATIN M. T., NASCIMENTO A. A., SANTOS-GONÇALVES A. P. (2011) Flowering and fruiting of *Aulonemia aristulata*: a gynomonocious woody bamboo species from Atlantic Forest in Brazil. *Revista Brasileira Botânica*, 34(1): 135-140.
- GUERREIRO, C. I., LIZARAZU M. A. (2010) Flowering of *Bambusa tuldoidea* (Poaceae, Bambusoideae, Bambuseae) in southern South America. *Darwiniana*, 48(1): 25-31.
- HIEMSTRA, S. J.; VAN DER LENDE, T.; WOELDERS H. The potential of cryopreservation and reproductive technologies for animal genetic resources conservation

strategies. In: The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources. Rome: FAO, p.25-35, 2005.

IUCN - Red List of Threatened Animals. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Versão 2011.2.

JUDZIEWICZ, E.J.; CLARK, L.G.; LONDOÑO, X. & STERN, M.J. 1999. American Bamboos. 1.ed. Washington: Smithsonian. 392p.

JUDZIEWICZ, E. J., SORENG, R. J., DAVIDSE, G., PETERSON, P. M., FILGUEIRAS, T. S. ZULOAGA, F., (2000) Catalogue of New World Grasses (Poaceae): I. Subfamilies Anomochlooideae, Bambusideae, Ehrhartioidae, Pharoideae. Chief editor: Soreng, R. J., Smithsonian Institution, vol. 39:1-128.

LANCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. São Garios, RIMA Artes e Textos, 2000, p. 69-182.

LONDOÑO X. (2010) Evaluation of Bamboo Resources in Latin America. Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas Cali, Colombia.

LÓPEZ, O.H, Bamboo-The gift of the gods. Bogotá: Oscar Hidalgo-López Editor, 2003. 553p.

LÓPEZ, O.H, Bambu - su cuhivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, Arquitetura, Ingeniería, ArtesanicL Colombia, Estudos Técnicos Colombianos Ltda, 1974, p.41.

MARINHO, N. P.; NISGOSKI, S.; KLOCK, U.; ANDRADE, A.S.; MUÑIZ, G. I . B. Analise química do bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus* Wall. ex Munro) em diferentes idades. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 417-422, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE: Política Nacional da Biodiversidade. Brasília. 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE: Política Nacional da Biodiversidade. Brasília. 2004.

MORIS, S. A., BOOM, B., CARVALHO, A. M., SANTOS, T. S. (1983) Southern Bahian moist forest. *Botanical Review*, 49: 155-232.

OSTAPIV, F. & FAGUNDES, E. D. Perspectivas para o desenvolvimento da cultura e da cadeia produtiva do bambu no Paraná, tendo como referência a inovação, a educação tecnológica e o modelo produtivo chinês. *ATHENA • Revista Científica de Educação*, v. 9, n. 9, jul./dez. 2007.

RAMOS, A. F.; ALBUQUERQUE, M. S.M.; MARIANTE, A. S. Banco Brasileiro de Germoplasma Animal: desafios e perspectivas da conservação de caprinos no Brasil. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.35, n.2, p.104-107, 2011.

RIBEIRO, A. S. Carvão de bambu como fonte energética e outras aplicações. Maceió: Instituto do Bambu, 2005. 109 p.

- SAFE, S. (2004) Bambus como Recurso Florestal - Suas aplicações, manejo, silvicultura, propagação, entomologia e a situação no DF. Monografia (Engenheiro Florestal), Brasília – DF, Universidade de Brasília, 50p.
- SALGADO, A.L. de B. Resistência a la extracción de astillas de bambu enclavadas en concreto. In: Sustainable construction into the next millenium environmentally, friendly and innovative cement-based materials. 2001, Federal University of Paraiba and The University of Sheffield. 2001. p.407-412.
- SANTANA G., M. Resíduos de bambu (*Bambusa vulgaris* Schard.) para a produção de carvão ativado. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014.
- SILVA, I. F., PEREIRA, D. S., SILVA, S. R. F., (2011) Estudos Morfológicos do Bambu (*Bambusa cf. vulgaris* L.), uma espécie invasora em área de Mata Atlântica no Parque Municipal de Maceió - Alagoas. Revista Semente, 6(6): 99-109.
- SILVA, R. M. C. (2005) O Bambu no Brasil e no mundo. http://www.embambu.com.br/imagens/bambu_brasil_mundo.pdf. em 26/07/2013.
- PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A.L. Bambu de corpo de alma. Bauru, SP: Editora Canal 6, 2007. 239p.
- TOMBOLATO, A. F. C., GRECO, T. M., PINTO M. M. (2012) Dez espécies de bambus exóticos mais comuns no paisagismo no Brasil. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, 18 (2): 105-114.
- VASCONCELLOS, R. M. Bambúes en Brasil: una visión histórica y perspectivas futuras. 2013.

CAPÍTULO 2 - EFEITO DE DIFERENTES SUBSTRATOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE MUDAS SEMINAIS E CLONAIS DE BAMBU *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) E NA PROPAGAÇÃO ASSEXUADA DE *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv.

1. INTRODUÇÃO

As espécies de bambus têm sido apontadas como bastantes promissoras, sob o ponto de vista produtivo, em função de seu rápido crescimento, estabelecimento e conseqüentemente, alta capacidade de acúmulo de biomassa, sendo um grande fixador de carbono. Isto pode ser atribuído também à sua alta taxa de regeneração e, entre outras possibilidades de utilização, a suas excelentes propriedades físicas e mecânicas (BONILLA et al., 2010). Tais espécies compreendem um grupo de plantas pertencentes à família das gramíneas (Poaceae, subfamília Bambusoideae), com diversidade de espécies variando entre 1.200 a 1.600 espécies distribuídas entre 50 a 120 gêneros (SORENG et al., 2015). No Brasil estão descritas aproximadamente 258 espécies de bambus nativos distribuídos em duas tribos, Olyreae e Bambuseae, e 35 gêneros. A tribo Olyreae é composta por bambus herbáceos e tem 17 gêneros (49%) e 93 espécies (36%), enquanto Bambuseae é composta por bambus lignificados ou lenhosos e apresenta 18 gêneros (51%) e 165 espécies (64%). O número de bambus endêmicos no Brasil é alto: são 12 gêneros (34%) e 175 espécies (68%) (FILGUEIRAS et al., 2015).

As espécies de bambu possuem uma grande variação nas estratégias reprodutivas, pelo fato de necessitarem de dezenas de anos para o desenvolvimento de suas estruturas florais, serem semelhantes morfológicamente, possuírem características autoecológicas, o que ocasiona um comprometimento na distinção taxonômica destes grupos de vegetais, sendo classificados como vegetais semélparos, isto é, seu ciclo de vida termina com a morte da planta após o florescimento, ocorrendo um período vegetativo que varia de 3 a 120 anos (LIEBSCH e REGINATO, 2009)). Plantas semélparas têm como característica marcante a frutificação maciça e a eficiente sincronia entre os membros da espécie. Aparentemente, o longo intervalo entre os eventos reprodutivos é regulado por mecanismos endógenos associados a fatores ambientais. Devido a isto, há uma grande dificuldade de reprodução por sementes (HISAMOTO e KOBAYASHI, 2013).

A produção de mudas das espécies de bambus por via seminal (a partir de sementes originadas em plantações voltadas para esse fim) é muito limitada, principalmente pelo fato

das sementes serem raras devido ao imprevisível e longo ciclo de florescimento, que pode ocorrer aos 10, 50, 100 anos ou mais (VENGALA et al., 2008). Além disso, o processo pode resultar na mortalidade da planta devido ao gasto excessivo das reservas energéticas para a produção das flores e sementes. Devido a essa característica, diferentes técnicas de propagação são adotadas para a produção de mudas de bambu, as quais são consideradas excelentes ferramentas para a conservação e difusão de espécies com diferentes propriedades (ISLAM et al., 2011; CORTES, 2013).

Diante deste fenômeno, nos últimos anos, tem-se buscado através da pesquisa, informações sobre os aspectos reprodutivos das espécies de bambu. No entanto, o escasso conhecimento científico sobre as espécies de bambu, especialmente no que se refere à mecanismos de reprodução por meio da propagação, tanto por semente como por estaquia, tem restringido o pleno desenvolvimento destes vegetais. Além do mais, o florescimento de muitas espécies de bambu, é um fenômeno raro e, várias espécies morrem ao florescer devido a energia despendida pela planta para a formação das sementes (FERREIRA, 2014)).

A qualidade da muda, que está diretamente ligada à produtividade, é um dos principais fatores para a implantação de povoamentos de bambu (TRAZZI et al., 2013). Um fator chave para a obtenção de mudas de qualidade está na escolha de um substrato que forneça propriedades para um bom desenvolvimento das plantas, devendo este apresentar condições adequadas para a germinação e desenvolvimento radicular da mesma (ARAÚJO et al., 2013).

Um substrato de boa qualidade possui propriedades físicas e química que promovam, respectivamente, a retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes, de modo que atendam às necessidades, garantindo o desenvolvimento da muda em curto espaço de tempo e baixo custo (ARAÚJO et al., 2013). Aliado a isso, trabalhos apresentados na literatura evidenciam o efeito benéfico de substratos provenientes de diferentes resíduos orgânicos para a produção de mudas florestais (SILVA et al., 2014; VIEIRA et al., 2014).

Dessa maneira é de extrema importância a escolha do substrato, pois se torna necessário observar as suas características físicas e químicas, para garantir que a composição escolhida permita tanto para semente como para estacas de bambu, condições para germinação e posterior formação do sistema radicular e parte aérea (OLIVEIRA et al., 2011; ANDRADE et al., 2013).

Diante disso, estudos e pesquisas que visem avaliar e aprimorar técnicas de propagação por sementes e por estaquia, mediante teste em diferentes substratos, é de suma importância para a disseminação e o sucesso desse grupo de vegetais com bastante potencial produtivo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito de diferentes substratos de base orgânica no desenvolvimento e na qualidade de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a resposta de mudas produzidas por sementes e estaquias de bambu em viveiro visando seu estabelecimento em campo;
- Testar diferentes substratos de base orgânica, visando o desenvolvimento de mudas de bambu em viveiro;
- Indicar o substrato ideal para o desenvolvimento de mudas de bambu em viveiro.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Localização do estudo

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal do Departamento de Engenharia Florestal, na Fazenda Água Limpa - FAL, pertencente à Universidade de Brasília, localizada no Distrito Federal, a 15° 56' S e 47° 46' W, altitude de 1.100 m. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen e caracteriza-se por duas estações bem definidas, sendo uma estação quente e chuvosa (de outubro a abril) e outra fria e seca (de maio a setembro). A temperatura média anual máxima é de 28,5 °C e a média anual mínima de 12,0 °C. Seu clima, assim como em todo o Distrito Federal, apresenta uma sazonalidade acentuada, com estações seca e chuvosa distintas. O inverno é seco e as chuvas predominam no verão, (MUNHOZ e FELFILI, 2005).

3.2. Materiais genéticos

Dendrocalamus asper (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne). - Originário do sudeste asiático, esta espécie apresenta crescimento simpodial, grande porte com altura dos colmos de 20 a 30 m de altura e diâmetros que podem variar de 8 até 20 cm. Desenvolve-se

em regiões tropicais úmidas e em regiões subtropicais, preferindo solos ricos, suporta temperaturas de até -5°C. É um bambu de grande resistência e durabilidade excelente para construção de estruturas e móveis. Seus brotos comestíveis são explorados comercialmente na forma de conservas ou salgados e embalados à vácuo (PEREIRA; BERALDO, 2007).

Bambusa vulgaris Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. - Espécie exótica originária da Índia e China, apresenta como uma fonte de biomassa energética com grande potencial, uma vez que o seu crescimento é bastante acelerado. Possui altura que vai até 30 metros, diâmetro do caule de 20 a 25 cm e folhas alongadas e com nervuras paralelas. Também conhecido como bambu-brasil, brasileirinho, bambu-brasileiro (em razão da cor verde e amarela) e de bambu-imperial, o *Bambusa vulgaris* var *vittata* tem indiscutivelmente um grande apelo estético a seu favor, por causa de suas cores. Difere da cultivar típica pelos entrenós de coloração amarelo-intenso a amarelo-esverdeado com estrias verde-escuras desiguais. É tolerante à exposição direta ao sol e desenvolve-se bem em ambientes secos, porém cresce mais vigoroso em condições de boa disponibilidade de água e suporta até -2°C. Pode ser propagada por estaquia ou parcelamento do colmo (CUSACK, 1999).

3.3. Coleta do material genético

As mudas seminais de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne), utilizadas no experimento, foram disponibilizadas pelo viveiro da EMBRAPA-CENARGEN com aproximadamente 70 dias após emergência, as quais foram obtidas por sementes.

As estaquias das espécies *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv., foram coletados na Reserva Ecológica do IBGE, localizada no centro-sul do Distrito Federal, com coordenadas geográficas de 15° 56' 41" S e 47° 53' 07" W, sendo uma unidade de conservação de proteção integral.

A coleta do material genético foi realizada com o corte de hastes caulinares contendo colmos e brotações em touceiras de bambu. Foi utilizado um facão ou um motor-serra, cortando a uns 20 centímetros acima do solo e logo acima de um nó, para se evitar a entrada de água e o apodrecimento da parte do colmo. O seccionamento das hastes caulinares para obtenção dos colmos e dos discos com gemas foi feito utilizando um arco com serra e facão. O parâmetro utilizado na escolha dos caules que foram cortados foi o diâmetro entre 8 cm a

12 cm para o colmo principal e de 5 cm a 8 cm para a ramificação secundária do colmo principal.

Os tipos de propágulos vegetativos coletados foram rebrotações laterais secundárias juntamente com o anel retirado do colmo principal, pedaços de rebrotações laterais secundárias contendo três nós e discos do colmo principal contendo uma gema lateral.

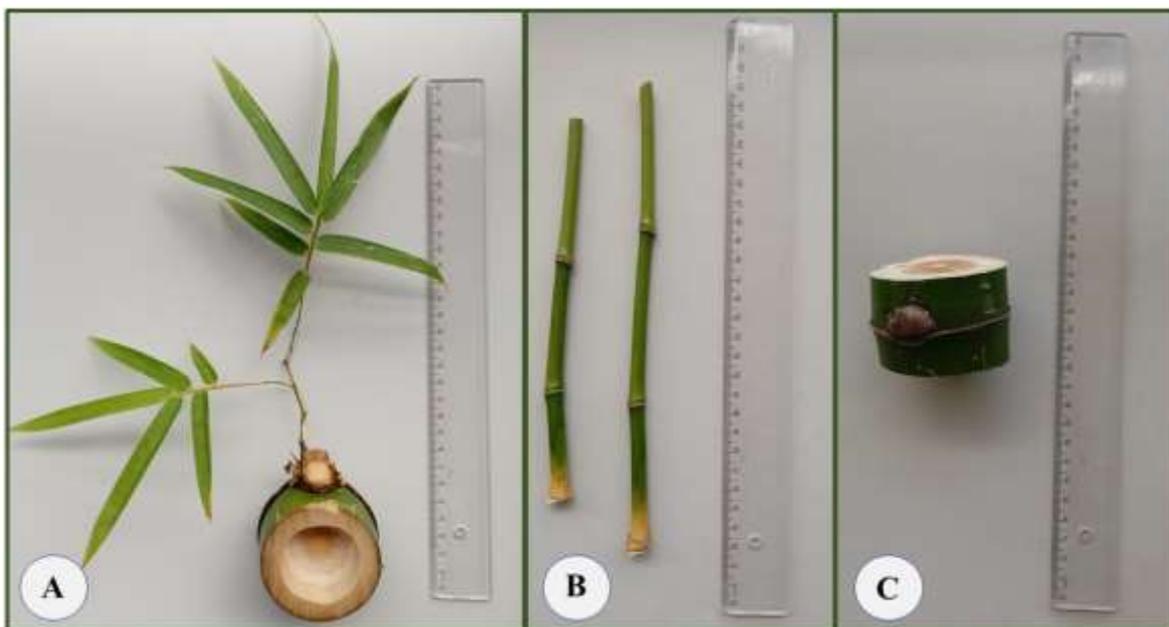


Figura 1 - Tipos de propágulos (A - Rebrotação lateral secundária e disco do colmo principal; B - Rebrotação lateral secundária com dois nós e C - Disco do colmo principal com uma gema).

Os propágulos vegetativos coletados foram transportados em feixes constituídos de várias hastes caulinares com comprimentos de 4 metros aproximadamente para facilitar o manuseio e transporte. Logo após o seccionamento das hastes caulinares e a retirada das ramificações laterais, os propágulos foram acondicionados em recipientes com capacidade de 20 litros com água até o momento de serem plantados com vistas à manutenção da viabilidade.

3.4. Instalação do experimento

Para a produção de mudas desta espécie foi utilizado sacos de polietileno (25x35 cm). Como substratos foram utilizadas as seguintes composições: só terra de subsolo (testemunha); terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® (1:1); terra de subsolo + esterco bovino (1:1) terra de subsolo + vermiculita (1:1); e terra de subsolo + substrato comercial Plantmax® (1:1) (**Tabela 1**).

Antes do enchimento dos recipientes foi realizada uma adubação inicial composta de macronutrientes (NPK – 04:14:08) na proporção de 3 g/kg de substrato e micronutrientes (FTE BR 12) 1g.kg⁻¹ de substrato, isto para cada recipiente, e ambos passaram pelo procedimento de trituração antes da incorporação.

Tabela 1 - Composições de substratos para a propagação vegetativa de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv.

Composições de substratos	Características
Terra de subsolo + substrato comercial Bioplant®	<p>Componentes: latossolo vermelho amarelo + substrato comercial Bioplant®.</p> <p>Características: condicionador de solo Classe F, isento de contaminação por agentes fitotóxicos, patogênicos, metais pesados, pragas e ervas daninha.</p> <p>Composição: casca de pinus, esterco, vermiculita, cinza, gesso agrícola, carbonato de cálcio e magnésio, termofosfato magnésiano, fosfato monoamônico, superfosfato simples amoniado e superfosfato simples. Produto de natureza física sólida, não tóxico, não inflamável e sua reatividade são estáveis e inertes. CRA (Capacidade de Retenção de Água): mínimo (m/m) 60% em massa, CTC (Capacidade de Troca Catiônica) mínima de 200 m.mol.c/kg, umidade (m/m) máximo 25%.</p>
Terra de subsolo + esterco bovino	<p>Componentes: latossolo vermelho amarelo + esterco bovino.</p> <p>Características: proporciona maior aeração e um maior teor de umidade do solo.</p> <p>Composição: basicamente de materiais orgânicos.</p>
Terra de subsolo + vermiculita	<p>Componentes: latossolo vermelho amarelo + vermiculita.</p> <p>Características: origem mineral, inerte, atóxica, isenta de bactérias e fungos, leve, com alta capacidade de troca catiônica e elevada absorção de água, pH neutro.</p> <p>Composição: produto higroscópico, CRA (Capacidade de Retenção de Água) mínima (m/m) 60%, CTC (Capacidade de Troca Catiônica) mínima de 200 mmol.c/dm³, umidade (m/m) máximo 25%.</p>
Terra de subsolo + substrato comercial Plantmax®	<p>Componentes: latossolo vermelho amarelo + substrato comercial Plantmax®.</p> <p>Características: condicionador de solo Classe F, isento de contaminação por agentes fitotóxicos, patogênicos, metais pesados, pragas e ervas daninha.</p> <p>Composição: casca de pinus, esterco, vermiculita, cinza, gesso agrícola, carbonato de cálcio e magnésio, termofosfato magnésiano, fosfato monoamônico, superfosfato simples amoniado e superfosfato simples. Produto de natureza física sólida, não tóxico, não inflamável e sua reatividade são estáveis e inertes. CRA (Capacidade de Retenção de Água): mínimo (m/m) 60% em massa, CTC (Capacidade de Troca Catiônica) mínima de 200 m.mol.c/kg, umidade (m/m) máximo 25%.</p>

3.5. Delineamento experimental

O experimento com mudas seminais de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) foi instalado no delineamento inteiramente casualizado (DIC) disposto em 5 tratamentos e 4 repetições, sendo que cada tratamento contou com 14 plantas (238

plantas em todo o experimento) sendo um tratamento testemunha e quatro combinações de substratos: só terra de subsolo (testemunha); terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® (1:1); terra de subsolo + esterco bovino (1:1) terra de subsolo + vermiculita (1:1); e terra de subsolo + substrato comercial Plantmax® (1:1).

O experimento de propagação assexuada foi instalado separadamente para cada espécie, no delineamento inteiramente casualizado (DIC) disposto em 15 tratamentos, com três fontes de propágulo (rebrotação lateral secundária com anel do colmo principal, rebrotação lateral secundária com três nós e discos do colmo principal com uma gema) e cinco combinações de substratos: só terra de subsolo (testemunha); terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® (1:1); terra de subsolo + esterco bovino (1:1) terra de subsolo + vermiculita (1:1); e terra de subsolo + substrato comercial Plantmax® (1:1). Para cada tratamento serão utilizadas 21 unidades amostrais, totalizando 315 mudas de bambu por espécie.

3.6. Obtenção dos dados

A cada 60 dias foram avaliados os seguintes parâmetros morfológicos: altura da parte aérea da touceira (cm), utilizando uma régua graduada mediu-se as plantas da base do caule até o ápice do meristema apical; diâmetro da touceira (cm), utilizando uma fita métrica, mediu-se dois diâmetros da copa, tomados de forma cruzada, resultando em uma média das duas medidas. O número de brotos (unidade) e número de folhas (unidade) foram obtidos a partir da contagem direta (LEITÃO et al., 2009).

Aos 180 dias (última avaliação) foram separados parte aérea e raízes de 7 indivíduos de cada tratamento, sendo lavados para retirada do substrato. Em seguida foram medidos a maior raiz (CR), a quantidade de raízes (NR) e acondicionados em saco de papel e levados a uma estufa à 70°C por 72 horas até atingir peso constante. Posteriormente, foram pesados para determinar o peso seco da parte aérea (PSPA) e peso seco da raiz (PSR) avaliando-se a qualidade da muda (PRADO, 2008).

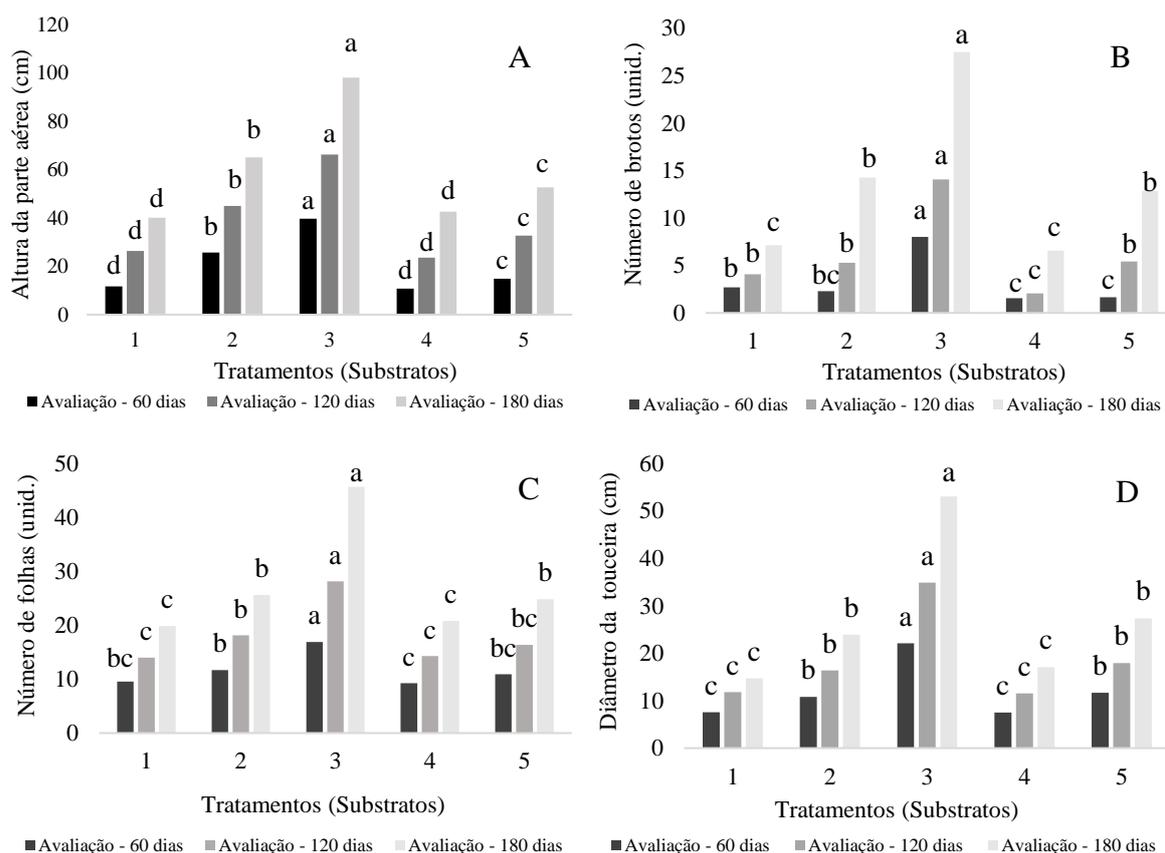
3.7. Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise estatística de variância (ANOVA) por meio do programa estatístico RBio: Biometria no R (Bhering, 2016). Os parâmetros que demonstraram diferenças estatísticas significativas em nível de 5% de probabilidade de erro foram comparados através de teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

4. RESULTADOS

4.1. Mudas seminais de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne).

Em todas as avaliações do experimento (**Figura 2**), foi observado que as diferentes composições de substratos promoveram diferenças no crescimento e estabelecimento das mudas.



Altura da parte aérea - cm (A); número de brotos (B); número de folhas (C); diâmetro do colmo - cm (D); Substratos: 1 = testemunha (Terra), 2 = terra de subsolo + esterco bovino, 3 = terra de subsolo + substrato comercial Bioplant®, 4 = terra de subsolo + vermiculita e 5 = terra de subsolo + substrato comercial Plantmax®.

Figura 2 - Crescimento e estabelecimento de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) em viveiro.

A avaliação da altura da parte aérea (HPA) mostrou crescimento positivo nas três avaliações, não sendo detectada estagnação no crescimento das mudas em nenhum dos substratos utilizados. Na primeira avaliação aos 60 dias, as mudas apresentaram uma altura variando de 10,8 a 39,7 cm, uma diferença de 73% no crescimento, quando se utilizou os diferentes substratos. A composição de substrato terra + Bioplant®, promoveu o maior crescimento, seguido do substrato terra + Esterco (25,7cm). Nas composições de substratos

as quais não se teve a incorporação de material orgânico foi observado um menor crescimento 11,6 cm (terra) e 10,8 cm (terra + vermiculita). Isto por sua vez, demonstra quanto a composição do substrato tem uma influência sobre o crescimento e estabelecimento das mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne).

Na segunda avaliação aos 120 dias, foi detectado um incremento positivo na altura das mudas em todas as composições. Este incremento variou de 12,8 cm (substrato composto somente por terra) a 26,5 cm (substrato composto por terra + Bioplant®). Também aos 120 dias, as mudas produzidas com a composição terra + Bioplant® apresentaram as maiores alturas em relação aos demais substratos (66,2 cm). Já as mudas produzidas sem adição de material orgânico continuaram a apresentar as menores alturas (23,6 e 26,3 cm). Nesta segunda avaliação, a variação no crescimento foi 64% maior entre os tratamentos de maiores e menores alturas.

Já na terceira avaliação (180 dias), também foi detectado um incremento positivo na altura das mudas em todos os substratos. Este incremento variou de 14,6 cm (substrato composto somente por terra) a 31,8 cm (substrato composto por terra + Bioplant®). Também aos 180 dias, mudas produzidas sem substratos com a incorporação de material orgânico apresentaram as menores alturas em relação aos demais substratos, 40,07cm (substrato composto por terra) e 42,6 cm (substrato composto por terra + Vermiculita). As maiores alturas também foram avaliadas nos substratos terra + Bioplant® (98,1 cm) e terra + Esterco bovino (65,1 cm).

Em todo o experimento foi observado um incremento na altura das mudas de 87,3 cm, isto da maior altura aos 180 dias com a menor aos 60 dias. Já o incremento na composição de substrato que apresentou os maiores valores de altura em todo o experimento foi de 58,3 cm (terra + Bioplant®).

O número de brotos apresentou diferenças em função das diferentes composições de substratos. Aos 60 dias o número de brotos variou de 1 a 8, 7 brotos a mais na composição terra+ Bioplant® em relação à terra + Vermiculita. Aos 120 dias, o número de brotos variou de 2 a 14, ficando as composições sem a adição de resíduos orgânicos com os menores valores 2 e 4 (terra e terra + Vermiculita). Nesta avaliação, a diferença no número de brotos foi sete vezes maior na composição de substrato terra+ Bioplant® (14) em relação a terra + Vermiculita (2), observou-se também um incremento positivo em todos os substratos, porém com 6 brotos a mais em relação à avaliação aos 60 dias na composição terra+ Bioplant®,

valor este superior aos demais substratos. Já aos 180 dias, o número de brotos variou de 6 a 27, novamente com menores valores nos tratamentos sem adição de resíduos orgânicos. A diferença no número de brotos entre as diferentes composições de substratos foi de 20 brotos, com destaque para terra + Bioplant®, terra + esterco e terra + Plantmax®.

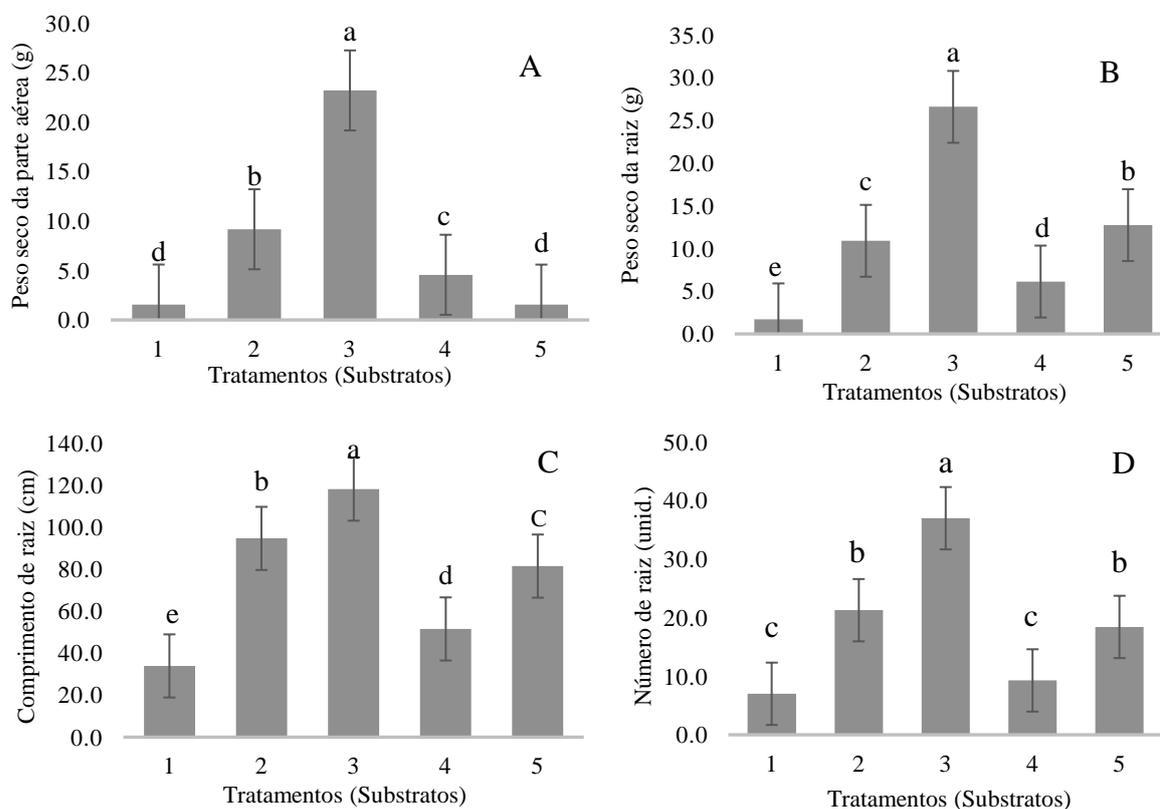
O incremento no número de brotos variou de 3 a 13 brotos no final do experimento. Neste período as mudas estavam com 19 brotos a mais na composição de substrato com Terra + Bioplant® e 5 brotos à mais na composição terra + Vermiculita. Confirmando o mesmo padrão de resposta na morfologia das mudas para a terra + Bioplant®.

O número de folhas por muda também apresentou diferença em função dos diferentes substratos nas três avaliações. Aos 60 dias o número de folhas variou de 9 a 16, aos 120 dias de 14 a 28, e aos 180 dias de 19 a 45. A composição de substrato terra + Bioplant®, apresentou os maiores valores de número de folhas por muda, e os sem adição de resíduos orgânicos os menores valores (terra e terra + Vermiculita). Incremento positivo foi observado nesta variável entre os períodos de avaliações. O número de folhas foi 40% superior na segunda em comparação com primeira, e 38% da terceira avaliação para a segunda, isto na composição de substrato com maior número de folhas. Aos 120 dias o incremento no número de folhas variou de 4 a 11 e aos 180 dias de 6 a 17 folhas.

O diâmetro de touceira também apresentou diferenças quanto à utilização das diferentes composições de substratos. Aos 60 dias os valores deste diâmetro variaram de 7,5 a 22,1cm, aos 120 dias de 11,6 a 34,8 cm e aos 180 dias de 14,7 a 53,1 cm. Nas três avaliações os maiores valores de diâmetro foram detectados quando se utilizou a composição de substrato terra+ Bioplant®, e os menores valores foram observados nos substratos quando não se adicionou compostos orgânicos (terra e terra + Vermiculita). Incremento positivo foi observado também para este diâmetro, durante todo o período de avaliação do experimento. Os maiores incrementos foram observados nos últimos 60 dias de avaliação, com exceção para as mudas apenas terra de subsolo. Os maiores valores de incrementos foram observados quando se utilizou terra + Bioplant®.

Ao final do experimento foi verificado também, diferenças nas variáveis morfológicas destrutivas: número de raízes; comprimento de raiz; peso seco de parte aérea – PSA; peso seco de raiz – PSR (**Figura 3**).

O número de raízes apresentou diferenças quanto à utilização das diferentes composições de substratos, variando de 7 (terra) a 37 raízes (terra+ Bioplant®), número este 5 vezes maior quando comparado o tratamento de maior número de raízes com o de menor número. Também aqui, foi verificado que os tratamentos sem a adição de material orgânico produziram mudas com menores números de raízes.



Peso seco da parte aérea - g (A); peso seco da raiz - g (B); comprimento de raiz - cm (C), número de raízes (D); Substratos: 1 = testemunha (Terra), 2 = terra de subsolo + esterco bovino, 3 = terra de subsolo + substrato comercial Bioplant®, 4 = terra de subsolo + vermiculita e 5 = terra de subsolo + substrato comercial Plantmax®

Figura 3 - Valores obtidos das características morfológicas destrutivas de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schant. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne produzidas em viveiro aos 180 dias.

O comprimento das raízes também apresentou diferenças quando se utilizou as diferentes composições. As diferenças no tamanho das raízes foram de 84 cm, entre os tratamentos utilizando terra + Bioplant® e apenas terra de subsolo. A diferença do comprimento das raízes das mudas com substratos com incorporação de material orgânico foi 30 cm a menos das que utilizaram material orgânico incorporado ao substrato.

A diferença no peso seco da parte aérea também foi maior entre as composições de substratos com incorporação de matéria orgânica em relação aos que não continham. A

diferença no peso seco da parte aérea foi de 21,6 g, isto das mudas que utilizaram Terra+ Bioplant® para aquelas que só utilizaram terra como substrato.

Também no peso seco das raízes o mesmo comportamento foi observado. Maior valor na composição de substrato terra + Bioplant® (26,6 g) e menor valor utilizando somente terra de subsolo (1,7 g). A diferença no peso das raízes das mudas foi de 24,9 g, do substrato de maior valor para o de menor valor.

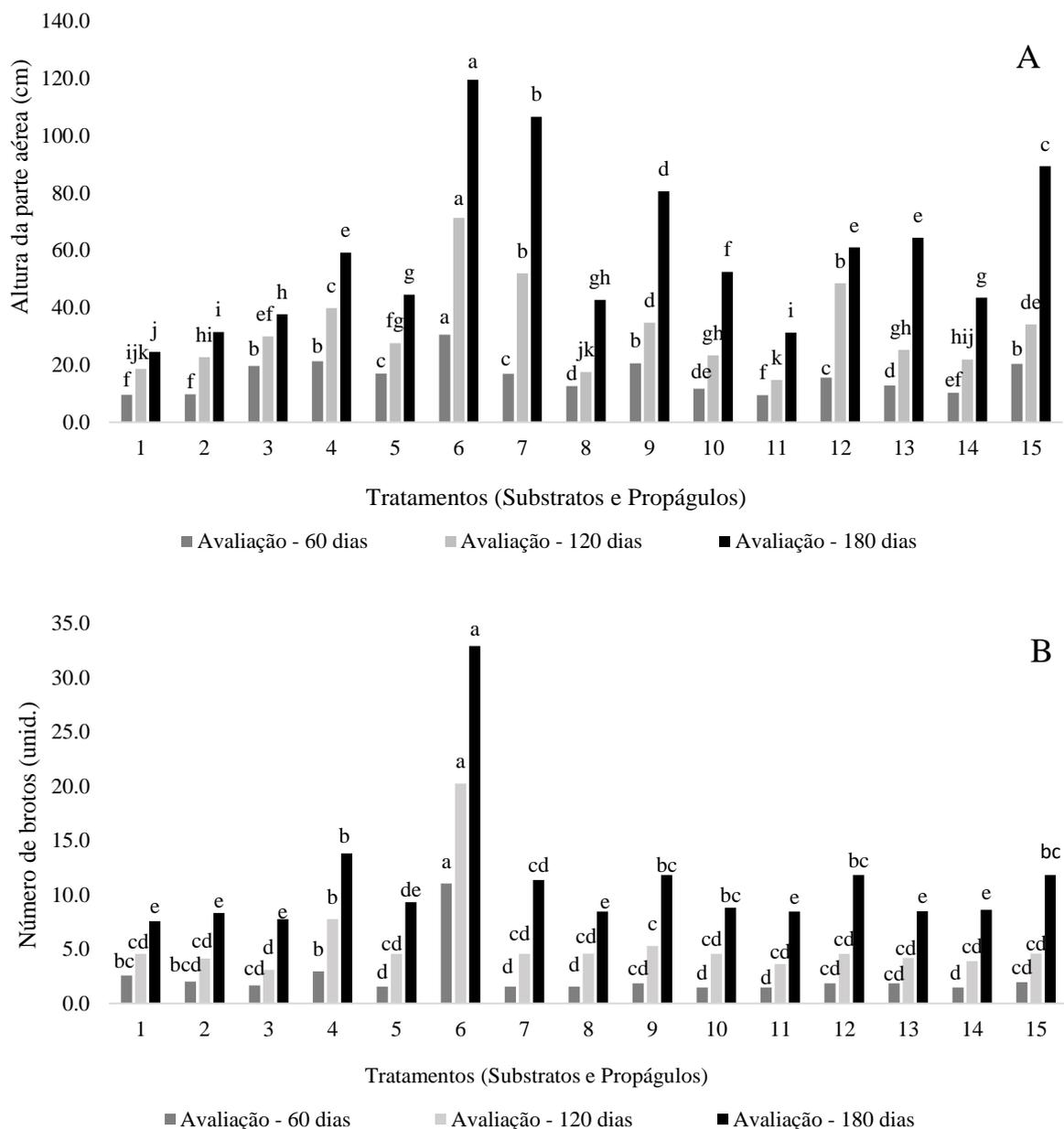
4.2. Mudas clonais de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne)

A altura das mudas apresentou diferenças durante todo o experimento, quanto aos tipos de propágulos e substratos utilizados na produção das mudas em viveiro, proporcionando crescimento positivo em todos os tratamentos testados (**Figura 4**).

Na primeira avaliação aos 60 dias (**Figura 4**), as alturas das mudas variaram de 9,5 a 30,6 cm, uma diferença de 21,1 cm. O propágulo disco quando comparado com os demais, propiciou mudas mais altas independente da composição de substrato utilizada (19,7; 30,6; 20,6; 15,6; e 20,4;), com maiores valores quando se utilizou terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® + propágulo disco (Tratamento 06). O propágulo rebrota lateral (Tratamentos: 2, 5, 8, 11, 14), foi o que produziu mudas com menores alturas, independente do substrato utilizado. Aos 120 dias, as mudas apresentaram uma altura variando de 14,8 a 71,3 cm. O tratamento utilizando terra + Bioplant® continuou constando de mudas mais altas, se destacando em relação aos demais tratamentos. Neste período, também foi observado, que as mudas produzidas com rebrota lateral (Tratamentos: 5, 8, 11, 14) continuaram com os menores valores de altura (44,5; 42,5; 31,3 e 43,5 cm). Já as mudas produzidas com o disco como propágulo, continuaram também, com melhor desenvolvimento quando comparado com as demais. No final do experimento (180 dias) as mudas apresentaram uma altura variando de 24,6 a 119,6 cm. As mudas que tinham como composição de substrato terra + Bioplant® continuaram a ser as mudas mais desenvolvidas (Tratamento 6). Os menores valores continuaram a ser observados nos tratamentos os quais se utilizaram como propágulo a rebrota lateral (tratamentos: 1; 4; 8; 11 e 14). Durante todo o experimento foi verificado a ocorrência de incremento positivo em todos os tratamentos. As mudas do tratamento 6 (composição de substrato terra+ Bioplant®+disco) tiveram valores de incremento de 89 cm, da primeira avaliação até o final do experimento, sendo observado maior valor de incremento em altura nos últimos 60 dias (48,3cm).

O número de brotos (**Figura 4**) na primeira avaliação aos 60 dias variou de 1 a 11 brotos, sendo o tratamento com terra de subsolo + Bioplant® + disco o melhor tratamento. Também no início do experimento o propágulo disco permitiu o melhor estabelecimento das mudas em viveiro. Já na segunda avaliação aos 120 dias, o número de brotos variou de 3 a 20, mais uma vez o propágulo disco se mostrou melhor em relação aos demais, com exceção quando se utilizou a terra de subsolo como substrato. Mais uma vez, os propágulos utilizando rebrota apresentaram valores inferiores. Na terceira e última avaliação, o número de brotos variou de 7 a 32, também com destaque para o tratamento 6 (terra de subsolo + Bioplant® + disco). Mesmo comportamento foi observado no final do experimento, para as mudas com menores números de brotos, ou seja, mudas com rebrota como propágulos, menores valores. Em todo o experimento houve um aumento do número de brotos com o passar do tempo. No tratamento com maiores números de brotos, este aumento foi de 9 brotos nos primeiros 60 dias, e de 12 brotos nos últimos 60 dias.

O número de folhas nos primeiros 60 dias variou de 3 a 11 folhas (**Figura 5**), com maiores valores nos tratamentos os quais o disco foi utilizado como propágulo (tratamentos: 6; 9; 12 e 15). Na segunda avaliação aos 120 dias, o número de folhas foi variou de 10 a 22, com menores números nos tratamentos onde a rebrota lateral foi utilizada como propágulo. Na última avaliação as mudas com maiores números de folhas estavam com 44 folhas, no tratamento utilizando como composição de substrato terra de subsolo + Bioplant® + disco) e com 18 folhas para o tratamento 5 terra de subsolo + Bioplant® + rebrota lateral. Ao fim do experimento, foi verificado incremento positivo em todos os tratamentos, sendo o maior valor de incremento encontrado nos últimos 60 dias do experimento, no tratamento terra de subsolo + Bioplant®, 21 folhas. Apenas nos tratamentos os quais se utilizou como composição de substrato terra de subsolo + Bioplant®, os maiores valores de incremento se deram após os 120 dias. Nos demais tratamentos os maiores valores de incremento foram na fase inicial de estabelecimento das mudas, antes dos 120 dias.



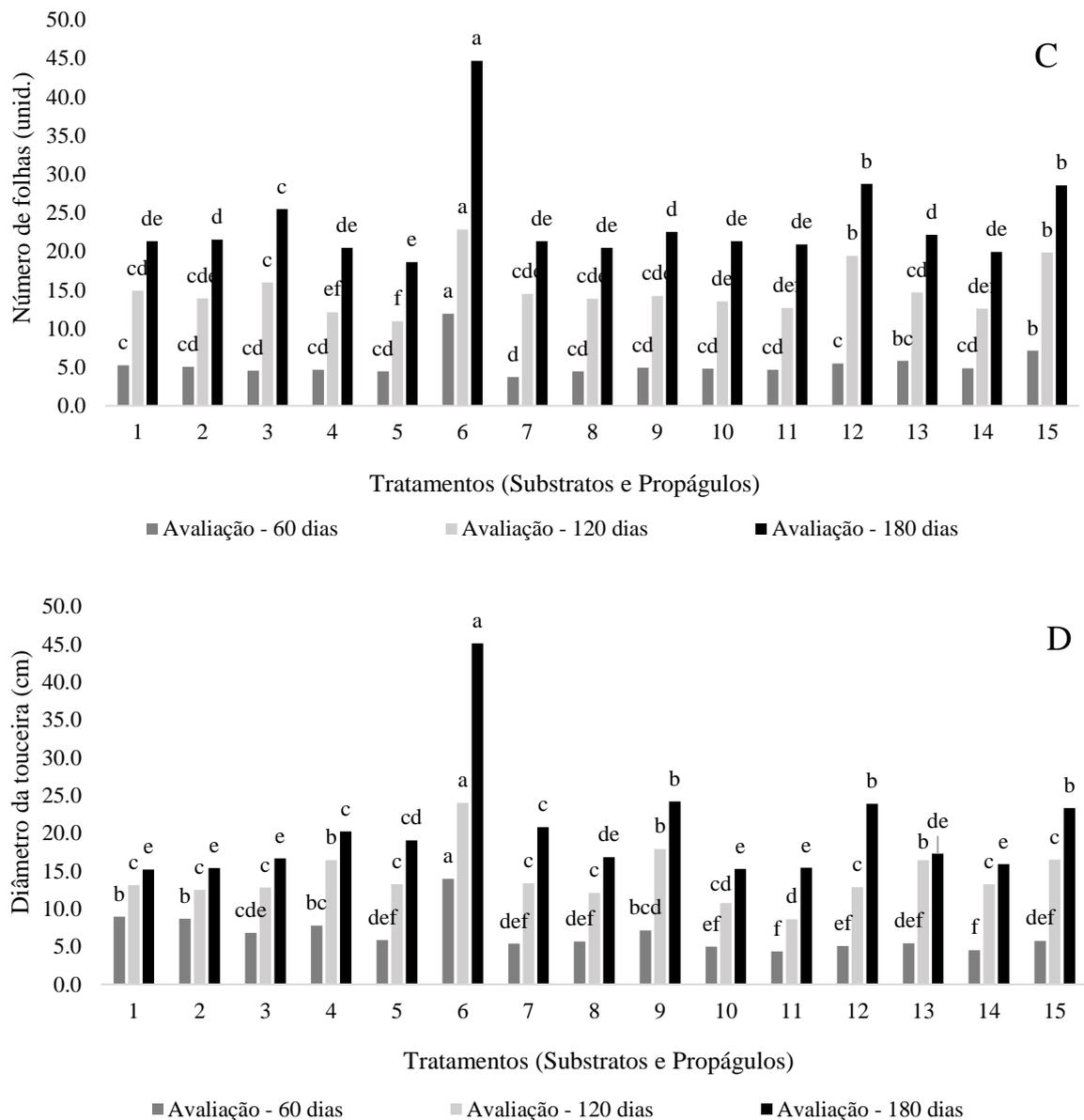
Altura da parte aérea - cm (A); número de brotos - unidade (B); Tratamentos: 1 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral e disco; 2 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral; 3 = terra de subsolo + propágulo disco; 4 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral e disco; 5 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral; 6 = substrato comercial Bioplant® + propágulo disco; 7 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral e disco; 8 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral; 9 = esterco bovino + propágulo disco; 10 = vermiculita + propágulo rebrota lateral e disco; 11 = vermiculita + propágulo rebrota lateral; 12 = vermiculita + propágulo disco; 13 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral e disco; 14 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral; 15 = substrato comercial Plantmax® + propágulo disco.

Figura 4 - Crescimento e estabelecimento de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) em viveiro.

As medições do diâmetro da touceira mostraram diferenças entre os valores obtidos em função dos propágulos e composição de substratos utilizados (**Figura 5**), os maiores valores foram observados no tratamento 6 (terra de subsolo + Bioplant® + disco), nas três avaliações realizadas, 13,9; 24,0 e 45,1 cm. Quando se utilizou como propágulo o disco, obteve-se as touceiras de maiores diâmetros, isto nos tratamentos 6, 9, 12 e 15 (terra + Bioplant®; terra de subsolo + esterco bovino; terra de subsolo + substrato comercial Plantmax®).

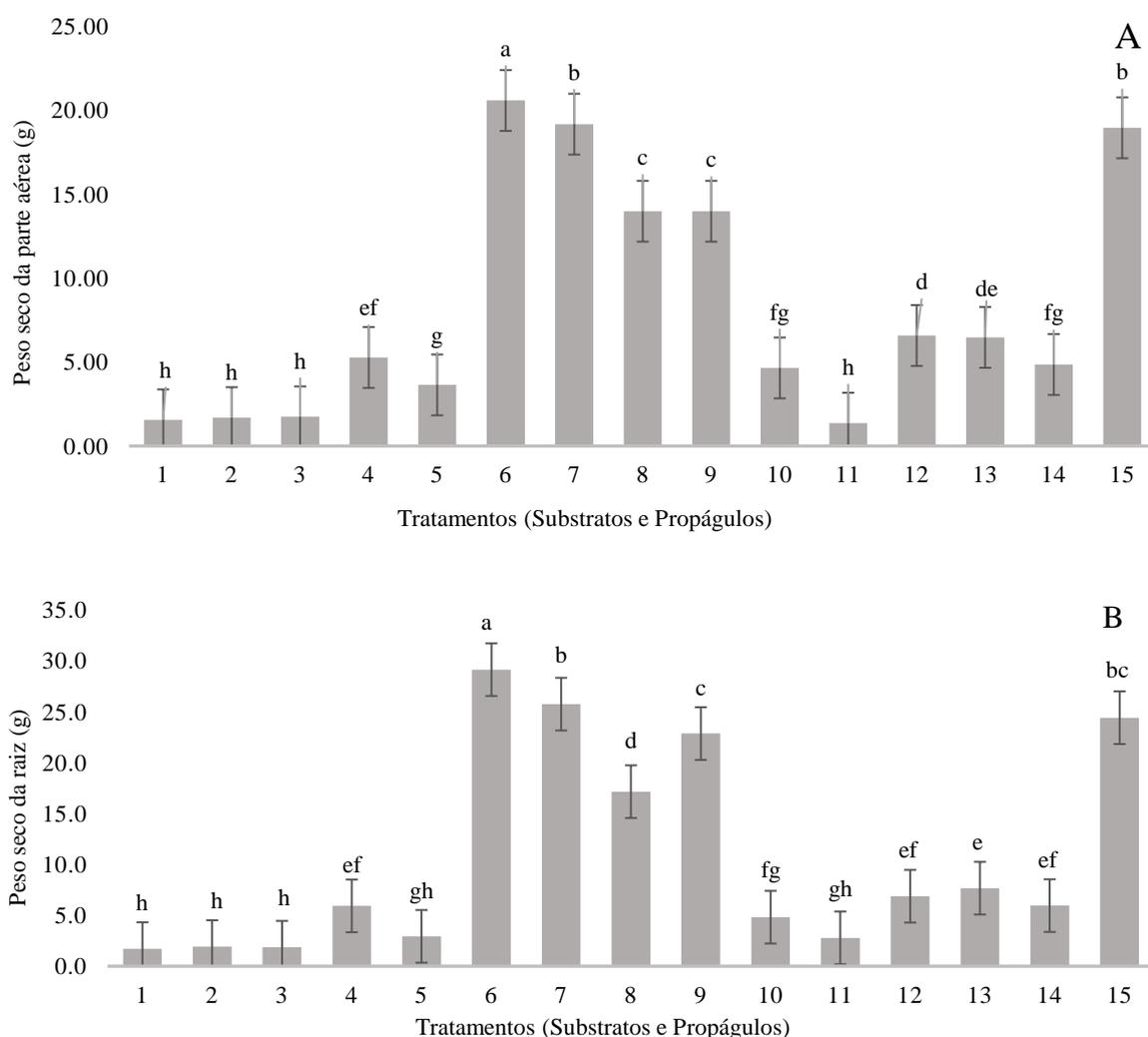
O peso seco de parte aérea apresentou diferença em função dos propágulos e substratos utilizados (**Figura 6**). As mudas apresentaram uma diferença de 19,2 g, do maior valor de peso seco para o menor (41,2 e 2,7 g). Os tratamentos os quais apenas a terra de subsolo foi utilizada, apresentaram os menores valores (próximo a 2,0 g). O tratamento utilizando terra + Bioplant® e o disco como propágulo (tratamento 6), foi o que apresentou mudas com maior valor de peso seco. Maiores valores de peso seco foram observados quando se utilizou o disco como propágulo, isto em diferentes tipos de composição de substratos, nos tratamentos: 6, 7 e 15 (substrato comercial Bioplant® + propágulo disco; esterco bovino + propágulo rebrotação lateral e disco; substrato comercial Plantmax® + propágulo disco).

O peso seco das raízes também apresentou variação, também com destaque para o tratamento 6 (terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® + disco), o qual teve um peso seco de 29,1 g, 27,4 g a mais dos tratamentos que apresentaram os menores valores (tratamentos 1,2 e 3), os quais utilizaram apenas a terra de subsolo como substrato para produção das mudas (**Figura 6**).



Número de folhas - unidade (C); diâmetro da touceira - cm (D); Tratamentos: 1 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral e disco; 2 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral; 3 = terra de subsolo + propágulo disco; 4 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral e disco; 5 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral; 6 = substrato comercial Bioplant® + propágulo disco; 7 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral e disco; 8 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral; 9 = esterco bovino + propágulo disco; 10 = vermiculita + propágulo rebrota lateral e disco; 11 = vermiculita + propágulo rebrota lateral; 12 = vermiculita + propágulo disco; 13 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral e disco; 14 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral; 15 = substrato comercial Plantmax® + propágulo disco.

Figura 5 - Crescimento e estabelecimento de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) em viveiro.



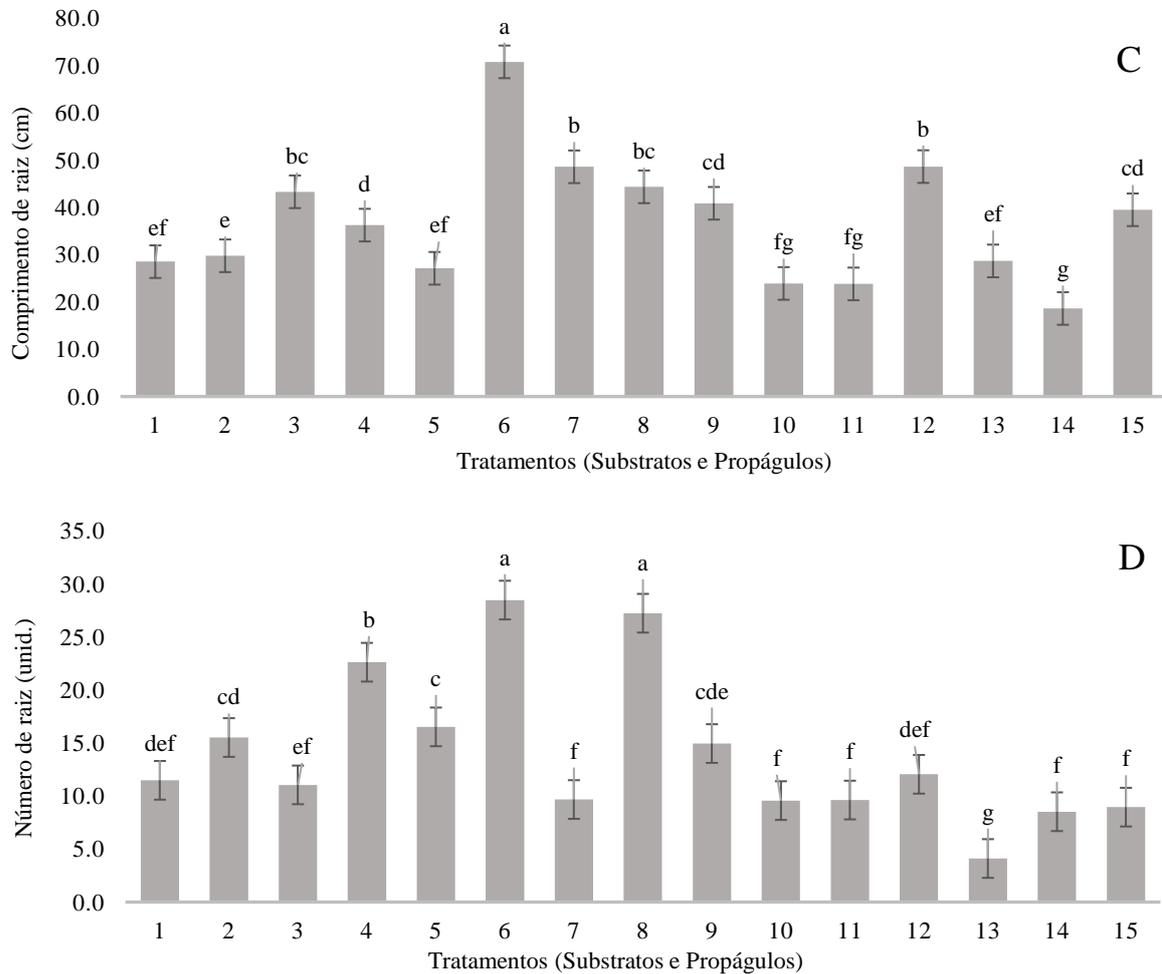
Peso seco da parte aérea (A); peso seco da raiz (B); Tratamentos: 1 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral e disco; 2 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral; 3 = terra de subsolo + propágulo disco; 4 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral e disco; 5 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral; 6 = substrato comercial Bioplant® + propágulo disco; 7 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral e disco; 8 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral; 9 = esterco bovino + propágulo disco; 10 = vermiculita + propágulo rebrota lateral e disco; 11 = vermiculita + propágulo rebrota lateral; 12 = vermiculita + propágulo disco; 13 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral e disco; 14 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral; 15 = substrato comercial Plantmax® + propágulo disco.

Figura 6 - Pesos secos de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne em viveiro.

A composição de substrato comercial Bioplant® + disco propiciou mudas com raízes de maior comprimento (70,7 g) (**Figura 7**). Os menores comprimentos nos diferentes substratos foram observados quando se utilizou o disco e rebrotação lateral como propágulo (tratamentos 10, 11 e 14). As mudas apresentaram uma variação no comprimento de 52,1 cm, das de maior valor para as de menor valor.

As mudas com maiores quantidades de raízes foram encontradas quando se utilizou a composição de substrato terra + Bioplant® + disco e esterco bovino + propágulo rebrotação

lateral (27,2 e 28,5). Já o número de raízes foi menor quando se utilizou o substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral e disco, esta composição propiciou uma menor resposta dos propágulos quanto ao número de raízes (Tratamento 13), com valor de 4,1.



Comprimento da raiz (C); número de raiz (D); Tratamentos: 1 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral e disco; 2 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral; 3 = terra de subsolo + propágulo disco; 4 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral e disco; 5 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral; 6 = substrato comercial Bioplant® + propágulo disco; 7 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral e disco; 8 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral; 9 = esterco bovino + propágulo disco; 10 = vermiculita + propágulo rebrota lateral e disco; 11 = vermiculita + propágulo rebrota lateral; 12 = vermiculita + propágulo disco; 13 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral e disco; 14 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral; 15 = substrato comercial Plantmax® + propágulo disco.

Figura 7 - Crescimento e estabelecimento de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) em viveiro.

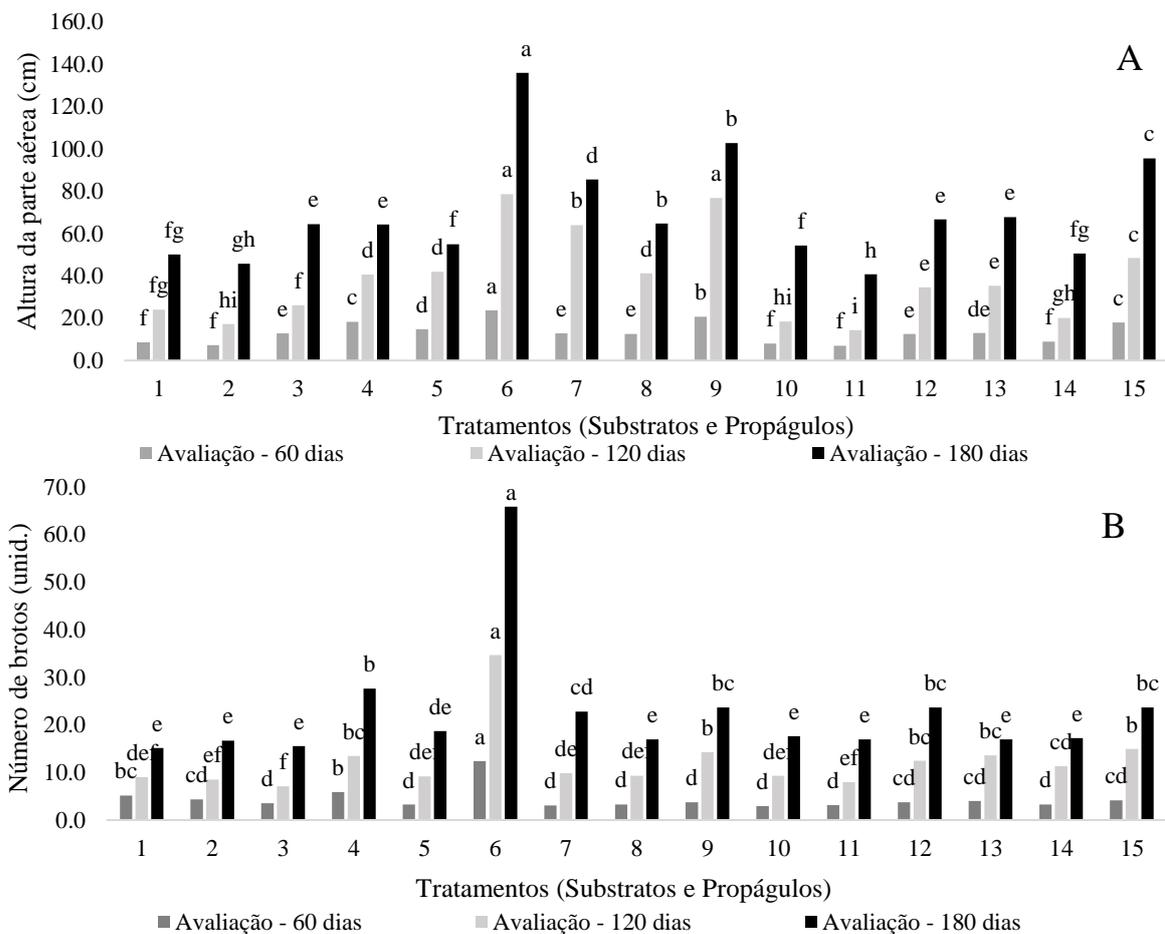
4.3. Mudas clonais de *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv.

A altura das mudas apresentou diferenças significativas durante todo o experimento, quanto aos tipos de propágulos e composição de substratos utilizados na produção das mudas em viveiro (**Figura 8**), com crescimento positivo em todos os tratamentos testados.

Na primeira avaliação aos 60 dias, as alturas das mudas variaram de 7,0 a 23,7 cm, uma diferença de 16,7 cm. O propágulo disco quando comparado com os demais, propiciou mudas mais altas independente da composição utilizada (14,7; 17,9; 20,6; e 23,7;), com maiores valores quando se utilizou terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® + disco (Tratamento 06), enquanto que os propágulos, rebrota lateral e rebrota lateral + disco (Tratamentos: 1, 2, 10 e 14), foram os que produziram mudas com menores alturas, independentemente do substrato utilizado. Aos 120 dias, as mudas apresentaram uma altura variando de 14,3 a 78,6 cm. O tratamento utilizando a composição de substrato Bioplant® + propágulo disco continuou constando de mudas mais altas, se destacando em relação aos demais tratamentos. Neste período, também foi observado, que as mudas produzidas com rebrota lateral (Tratamentos: 2, 10, 11, 14) continuaram com os menores valores de altura (17,3; 18,5; 14,3 e 20,1 cm). Já as mudas produzidas com o disco como propágulo, continuaram também, com melhor desenvolvimento quando comparado com as demais. No final do experimento (180 dias) as mudas apresentaram uma altura variando de 40,8 a 136,0 cm. As mudas que tinham como composição de substrato terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® + propágulo disco continuaram a ser as mudas mais desenvolvidas (Tratamento 6). Os menores valores continuaram sendo observados nos tratamentos os quais se utilizaram como propágulo a rebrota lateral e rebrota lateral + disco (tratamentos: 1; 2; 11 e 14). Durante todo o experimento foi verificado a ocorrência de incremento positivo em todos os tratamentos. As mudas do tratamento 6 (substrato terra + Bioplant® com disco) tiveram valores de incremento de 112,3 cm, da primeira avaliação até o final do experimento, sendo observado maior valor de incremento em altura nos últimos 60 dias (57,4 cm).

O número de brotos na primeira avaliação aos 60 dias (**Figura 8**), variou de 3 a 12 brotos, sendo o tratamento com terra + Bioplant® + disco o melhor tratamento. Também no início do experimento o propágulo disco permitiu o melhor estabelecimento das mudas em viveiro. Já na segunda avaliação aos 120 dias, o número de brotos variou de 7 a 34, mais uma vez o propágulo disco se mostrou melhor em relação aos demais, quando se utilizou a terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® + propágulo disco como substrato. De

acordo com resultados anteriores, os propágulos obtidos a partir de rebrota caulinar lateral continuam apresentando valores inferiores. Na terceira e última avaliação, o número de brotos variou de 15,1 a 65,8 também com destaque para o tratamento 6 (terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® + propágulo disco). Já os menores números de brotos observado no final do experimento, foram nos tratamentos testemunhas com terra de subsolo e os três tipos de propágulos. Em todo o experimento houve um aumento do número de brotos com o passar do tempo. No tratamento com maiores números de brotos, este aumento foi de 22 brotos nos primeiros 60 dias, e de 31 brotos nos últimos 60 dias.



Altura da parte aérea - cm (A); número de brotos (B); Substratos: 1 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral e disco; 2 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral; 3 = terra de subsolo + propágulo disco; 4 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral e disco; 5 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral; 6 = substrato comercial Bioplant® + propágulo disco; 7 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral e disco; 8 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral; 9 = esterco bovino + propágulo disco; 10 = vermiculita + propágulo rebrota lateral e disco; 11 = vermiculita + propágulo rebrota lateral; 12 = vermiculita + propágulo disco; 13 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral e disco; 14 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral; 15 = substrato comercial Plantmax® + propágulo disco.

Figura 8: Crescimento e estabelecimento de mudas de *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. em viveiro.

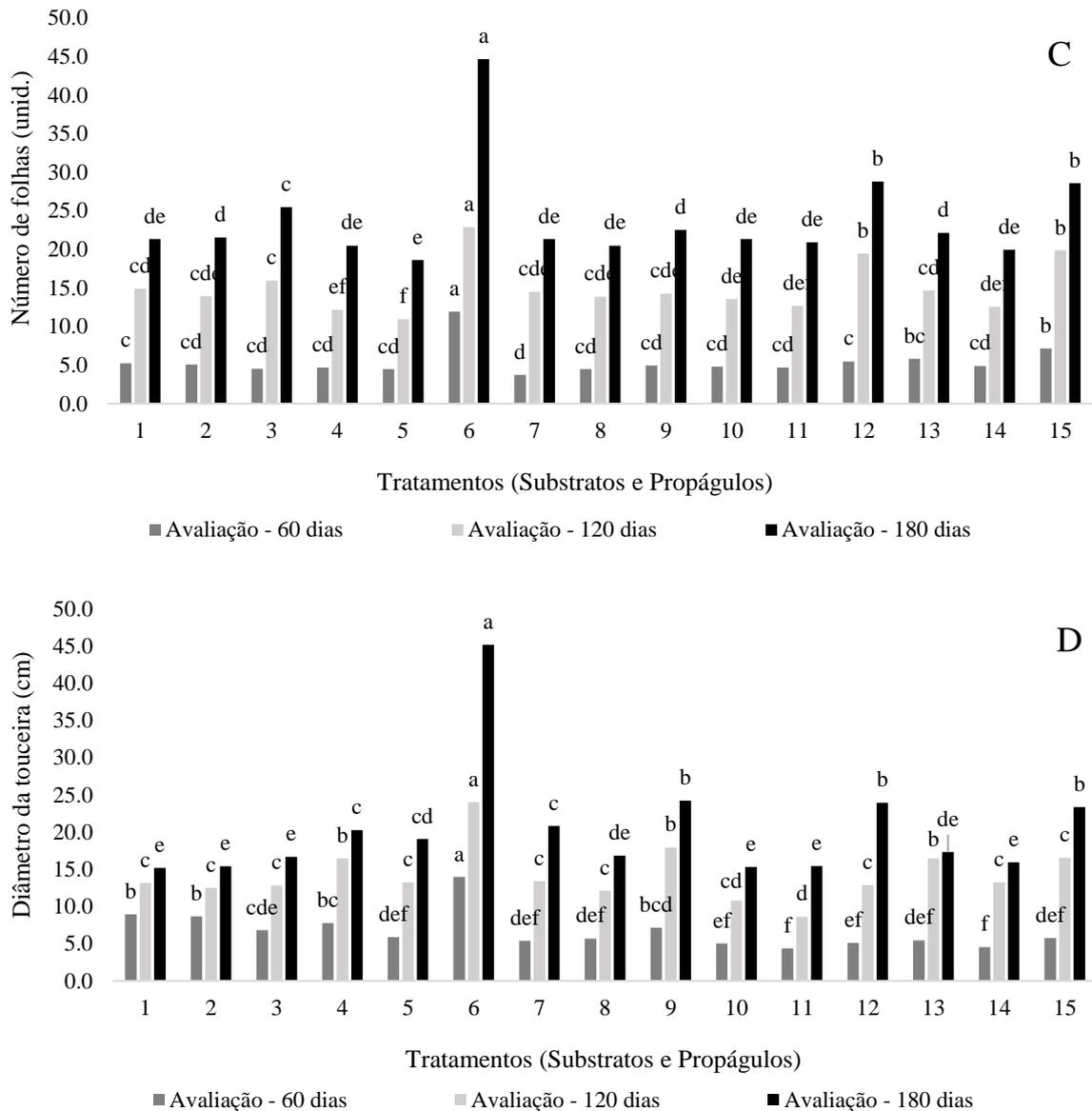
O número de folhas nos primeiros 60 dias variou de 7 a 23 folhas (**Figura 9**), com maiores valores nos tratamentos os quais o disco foi utilizado como propágulo (tratamentos: 6 e 15). Na segunda avaliação aos 120 dias, o número de folhas foi variou de 24 a 45, com menores números nos tratamentos onde a rebrota lateral foi utilizada como propágulo. Na última avaliação, as mudas com maior número de folhas estavam com 68 folhas, no tratamento utilizando como substrato terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® + propágulo disco. Ao fim do experimento, foi verificado incremento positivo em todos os tratamentos sendo o maior valor de incremento encontrado nos últimos 60 dias do experimento no tratamento com composição de substrato terra de subsolo + Bioplant®, 22 folhas. Foi observado também que nos tratamentos com o propágulo disco tiveram os maiores valores de incremento durante todo o experimento (Tratamentos 3, 6, 9, 12 e 15).

As medições do diâmetro da touceira mostraram diferenças entre os valores obtidos em função dos propágulos e substratos utilizados (**Figura 9**), os maiores valores foram observados no tratamento 6 (terra de subsolo + Bioplant® + disco), nas três avaliações realizadas, 20,9, 47,9 e 135,4 cm. Quando se utilizou como propágulo o disco, obteve-se as touceiras de maiores diâmetros, isto nos tratamentos 6, 9, 12 e 15 (terra + Bioplant®; terra + esterco bovino e terra + Plantmax®).

O peso seco de parte aérea apresentou diferença em função dos propágulos e substratos utilizados (**Figura 10**). As mudas apresentaram uma diferença de 38,4 g, do maior valor de peso seco para o menor (41,2 e 2,7 g). Os tratamentos os quais apenas a terra de subsolo foi utilizada como substrato, foram os que apresentaram os menores valores (próximo a 3 g). O tratamento utilizando terra de subsolo + Bioplant® e o disco como propágulo (tratamento 6), foi o que apresentou mudas com maior valor de peso seco. Maiores valores de peso seco foram observados quando se utilizou somente o disco e rebrotação lateral + disco como propágulos nos tratamentos: 6; 7 e 15 (terra + Bioplant® + disco; esterco bovino + propágulo rebrotação lateral e disco e terra de subsolo + substrato comercial Plantmax® e disco).

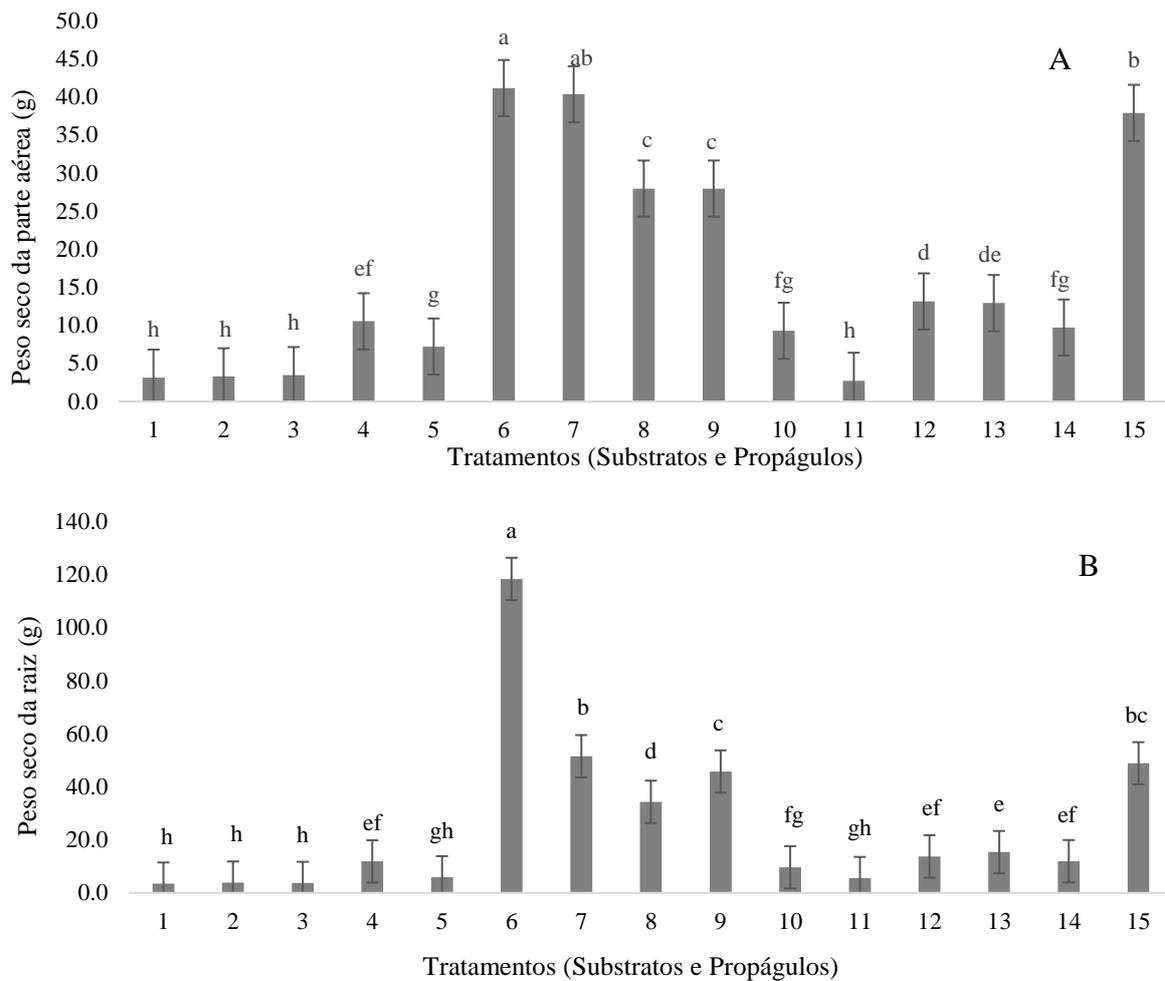
O peso seco das raízes também apresentou variação, também com destaque para o tratamento 6 (terra + Bioplant® + disco), o qual teve um peso seco de 118,3 g, 114,0 g a mais dos tratamentos que apresentaram os menores valores (tratamentos 1,2 e 3), os quais utilizaram apenas a terra de subsolo como substrato para produção das mudas. Mudanças

produzidas da composição terra de subsolo + esterco como substrato, também apresentaram valores maiores em relação aos demais tratamentos.



Número de folhas - unidade (C); diâmetro da touceira - cm (D); Substratos: 1 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral e disco; 2 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral; 3 = terra de subsolo + propágulo disco; 4 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral e disco; 5 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral; 6 = substrato comercial Bioplant® + propágulo disco; 7 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral e disco; 8 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral; 9 = esterco bovino + propágulo disco; 10 = vermiculita + propágulo rebrota lateral e disco; 11 = vermiculita + propágulo rebrota lateral; 12 = vermiculita + propágulo disco; 13 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral e disco; 14 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral; 15 = substrato comercial Plantmax® + propágulo disco.

Figura 9: Crescimento e estabelecimento de mudas de *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. em viveiro.

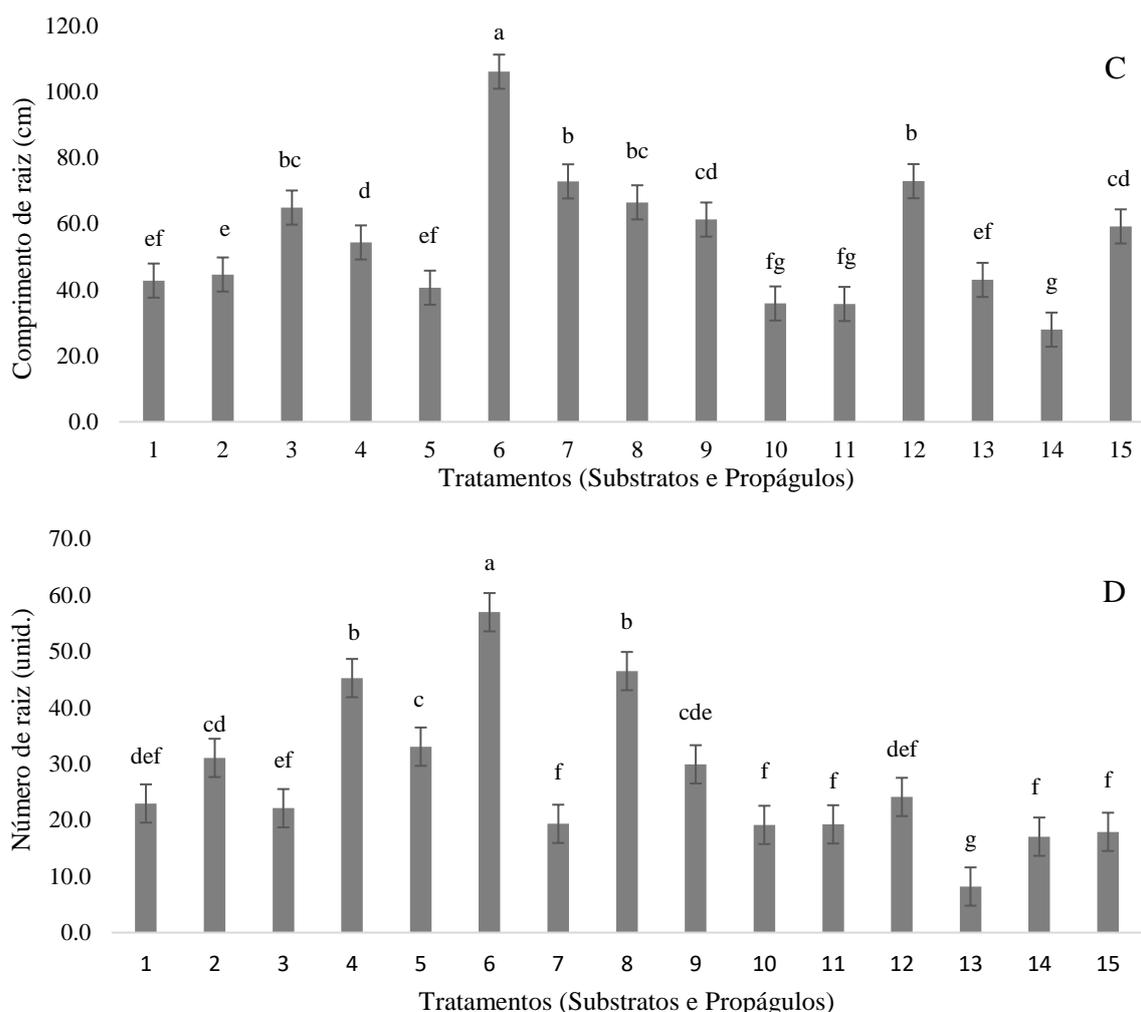


Peso seco da parte aérea - g (A); peso seco da raiz - g (B); Substratos: 1 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral e disco; 2 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral; 3 = terra de subsolo + propágulo disco; 4 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral e disco; 5 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral; 6 = substrato comercial Bioplant® + propágulo disco; 7 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral e disco; 8 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral; 9 = esterco bovino + propágulo disco; 10 = vermiculita + propágulo rebrota lateral e disco; 11 = vermiculita + propágulo rebrota lateral; 12 = vermiculita + propágulo disco; 13 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral e disco; 14 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral; 15 = substrato comercial Plantmax® + propágulo disco.

Figura 10: Pesos secos de mudas de *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. em viveiro.

A composição de terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® + propágulo disco propiciou mudas com raízes de maior comprimento (106,1 g) (**Figura 11**). Os maiores comprimentos nos diferentes substratos foram observados quando se utilizou o disco como propágulo (tratamentos 3, 6, 12, e 15). As mudas apresentaram uma variação no comprimento de 78,2 cm, das de maior valor para as de menor valor. Os menores valores foram observados quando se utilizou a rebrota lateral como fonte de propágulo.

O número de raízes foi menor quando se utilizou a composição de substrato terra de subsolo + substrato comercial Plantmax®, esta composição propiciou uma menor resposta dos propágulos quanto ao número de raízes (Tratamentos 13), com valor médio de 8,2. Mudas com maiores quantidades de raízes foram encontradas quando se utilizou terra de subsolo + Bioplant® e terra de subsolo + esterco bovino (45,2; 46,5 e 56,9), quando se utilizou o disco e rebrotação lateral + disco como propágulos.



Comprimento da raiz (C); número de raiz (D); Substratos: 1 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral e disco; 2 = terra de subsolo + propágulo rebrota lateral; 3 = terra de subsolo + propágulo disco; 4 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral e disco; 5 = substrato comercial Bioplant® + propágulo rebrotação lateral; 6 = substrato comercial Bioplant® + propágulo disco; 7 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral e disco; 8 = esterco bovino + propágulo rebrotação lateral; 9 = esterco bovino + propágulo disco; 10 = vermiculita + propágulo rebrota lateral e disco; 11 = vermiculita + propágulo rebrota lateral; 12 = vermiculita + propágulo disco; 13 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral e disco; 14 = substrato comercial Plantmax® + propágulo rebrota lateral; 15 = substrato comercial Plantmax® + propágulo disco.

Figura 11: Crescimento e estabelecimento de mudas de *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. em viveiro.

5. DISCUSSÃO

As composições de terra de subsolo juntamente com os substratos proporcionaram desenvolvimento e melhorias nos padrões morfológicos de mudas produzidas por propagação seminal e por estaquia de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e por estaquia de *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. em condição de viveiro. As duas espécies responderam de forma semelhante aos tratamentos, sendo a composição terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® mais eficiente em todas as variáveis morfológicas dos experimentos de propagação seminal e clonal de *Dendrocalamus asper* e clonal de *Bambusa vulgaris* var *vittata*. Na literatura são escassos estudos sobre o uso dos substratos na produção de mudas de bambu em viveiro, no entanto, estudo desenvolvido por Targa et al. (2006), estudaram o efeito de quatro diferentes substratos em propagação por estacas de bambu gigante *Dendrocalamus giganteus* e, obtiveram a maiores desenvolvimentos nas variáveis morfológicas de crescimento altura da parte aérea, número de brotos e número de folhas.

A melhoria no desempenho do crescimento e na qualidade das mudas das duas espécies de bambu deste estudo, se deve às mudanças proporcionadas pela utilização da composição de terra de subsolo + substrato comerciais Bioplant®. Resultados semelhantes, foram encontrados por outros autores, estudando outras espécies florestais. Dutra et al. (2013), estudaram o efeito de quatro proporções de substrato comercial Bioplant® na produção de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*) em viveiro e obtiveram valores superiores na altura da parte aérea, diâmetro do coleto, peso seco da parte aérea e peso seco de raízes. Marinho et al. (2017), estudaram a influência de diferentes substratos no desenvolvimento e qualidade de mudas de flamboyant (*Delonix regia* Bojer ex Hook. Raf) e descobriram que o substrato comercial Bioplant® misturado com fibra de coco e casca de arroz carbonizado influenciou no crescimento de todas as variáveis de crescimento desta espécie.

Steffen et al. (2011), estudaram a combinação de vermicomposto e substrato comercial e descobriram que a mesma proporcionou desenvolvimento similar ao uso de somente substrato comercial para as mudas de eucaliptos. De acordo com estes autores, os resultados superiores do substrato comercial Bioplant® foram atribuídos às suas características físico-químicas, como a presença de matéria orgânica, quantidade suficiente de cargas iônicas, porosidade e retenção de umidade satisfatória.

A composição de terra de subsolo + substrato comercial Bioplant®, proporcionou melhores resultados na propagação seminal e clonal de *Dendrocalamus asper* e propagação clonal de *Bambusa vulgaris* var *vittata*. Este substrato possui como características físico-químicas mais importante, contribuição para uma melhor aeração, capacidade de armazenamento de umidade e formação de uma adequada estrutura física ao desenvolvimento das raízes, além de fornecerem alguns micro e macro elementos essenciais à planta como resultado da intensa atividade microbiana enzimática, o que explica seu melhor desempenho em relação às outras composições. Estes resultados condizem com Azzini e Beraldo (2004), que afirmam que as características deste substrato, como por exemplo a baixa densidade, contribuem expressivamente com o aumento na capacidade de penetração e na retenção de água, elevação na capacidade de troca de cátions (CTC) e no pH, além de outras propriedades condicionadoras do solo.

O substrato comercial Bioplant® é constituído basicamente de casca de pinus, fibra de coco e vermiculita e, neste caso possui baixa densidade, que é uma característica importante quando se deseja aumentar a porosidade total do substrato, proporcionando maior drenagem e uma melhor aeração ao sistema radicial das mudas de bambu (KRATZ et al., 2013; SILVA et al., 2012).

As composições de substratos terra de subsolo + esterco bovino, terra de subsolo + vermiculita obtiveram valores inferiores no desenvolvimento e qualidade das mudas das espécies de bambu estudadas. Provavelmente, a estrutura física e características químicas destas composições contribuíram para uma baixa liberação de nutrientes, baixa retenção de umidade, baixa circulação de ar na rizosfera ocorrendo em baixo desenvolvimento e qualidade dos padrões morfológicos das mudas de *Dendrocalamus asper* e *Bambusa vulgaris* var *vittata*.

A utilização dos propágulos rebrotação lateral + disco, rebrotação lateral e disco proporcionou desenvolvimento e melhorias nos padrões morfológicos de mudas produzidas por propagação clonal de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. em condição de viveiro. As duas espécies responderam de forma semelhante aos propágulos, sendo o propágulo disco mais eficiente em todas as variáveis morfológicas dos experimentos. Estudos de propagação vegetativa de bambu, em viveiro, utilizando estes tipos de propágulos, de acordo com a literatura, são inexistentes, no entanto, Fonseca et al., (2005) trabalhando com estacas de

ramos secundários na propagação vegetativa de *Bambusa vulgaris* Schrad observaram valores superiores na emissão de brotos, folhas e desenvolvimento caulinar das estacas. Singh et al. (2011), trabalhando com estacas de *Dendrocalamus asper*, também observaram uma maior eficiência de crescimento em altura da parte aérea, número de brotos e número de folhas em estacas obtidas das porções basais caulinares. Fonseca (2007), avaliou propagação com estacas de *Guadua angustifolia* e concluiu que propágulos obtidos das partes basal e mediana da planta apresentaram maior capacidade de formação e crescimento de brotos e raízes. Araújo et al. (2005), trabalharam com estacas retiradas de colmos entre 1 e 2 anos de idade de *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl, verificaram que o maior índice de enraizamento e crescimento vegetativo ocorreu em estacas das posições basais e medianas, tanto nos ramos primários quanto nos secundários.

O propágulo disco neste estudo, proporcionou melhores resultados na propagação clonal de *Dendrocalamus asper* e *Bambusa vulgaris* var *vittata*. Este propágulo consiste de uma secção lenhosa do colmo com uma gema, constituído de água, reservas de carboidratos e nitrogênio (FACHINELLO et al. 2005). Características físico-químicas do propágulo que estão entre as mais apropriadas para a propagação vegetativa, pois proporcionam alto vigor, alta capacidade de enraizamento, rápido crescimento vegetativo, peso dos colmos, rizomas e sistema radicular, o que explica seu melhor desempenho em relação aos outros propágulos.

Os resultados encontrados neste estudo vão de encontro com o que relatam alguns autores. Hartmann et al., (2011), procuraram relacionar a capacidade de enraizamento e crescimento vegetativo dos propágulos com a relação carbono/nitrogênio (C/N) e descobriram que uma alta relação C/N propicia um maior enraizamento, mas com produção de uma pequena parte aérea. Por outro lado, em concentrações maiores de nitrogênio, a baixa relação C/N favorece o desenvolvimento vegetativo das estacas e mostra pouca formação de raízes. O uso dessa relação nem sempre propicia respostas satisfatórias, pois depende da quantidade destes nutrientes envolvidos e também do tipo de material propagativo utilizado. Com relação ao tipo de propágulo, estacas lenhosas proporcionam melhores resultados, devido à acumulação de substâncias de reservas e nitrogênio, neste caso pode ser atribuído a uma maior concentração de promotores de enraizamento e desenvolvimento vegetativo. Em estacas com presença de folhas o crescimento vegetativo fica prejudicado devido, provavelmente, a uma superfície transpiratória cuja taxa de perda de água é alta em condições de elevada temperatura (FACHINELLO et al., 2005).

A dimensão, idade, a forma do propágulo, bem como a utilização de ramos originados de rebrota de ramos secundários, como é o caso da rebrotação lateral, pode afetar de forma negativa o desenvolvimento das variáveis de crescimento e qualidade da muda devido à quantidade de reservas existente nestes ramos, o que explica a dificuldade de estabelecimento deste propágulo em viveiro. Reservas de carboidratos existentes nas estacas são de grande importância para a formação de raízes, assim são correlacionadas as maiores porcentagens de enraizamento, brotações, sobrevivência e crescimento de mudas seminais e clonais de bambu (FACHINELLO et al., 2005).

6. CONCLUSÕES

A composição terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® proporcionou os melhores padrões morfológicos de crescimento de mudas seminais de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne).

A composição terra de subsolo + substrato comercial Bioplant® proporcionou os melhores padrões morfológicos de crescimento de mudas clonais de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv.

O propágulo disco proporcionou melhores padrões morfológicos de crescimento de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A. P.; BRITO C. de C. de.; SILVA JÚNIOR, J. da; COCOZZA, F. D. M.; SILVA, M. A. V. Estabelecimento inicial de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão em diferentes substratos. Revista *Árvore* [online], v. 37, n. 4, p. 737-745, 2013.
- ARAÚJO, R. R; FONSECA, F. K. P. F; LEMOS, E. E. P. Produção massal de mudas de espécies de bambu por estaquia em viveiro: efeito do tipo e posição original da estaca no enraizamento. In: Encontro de Iniciação Científica da Universidade Federal de Alagoas, 14. Maceió. Anais... Maceió: UFAL/PROPEP, 2005. Congresso Acadêmico da UFAL (2004: Maceió, AL). Excelência acadêmica com inclusão social [Recurso eletrônico], 13 a 17 de dezembro de 2004, Maceió, Brasil. 2005.
- ARAÚJO, A.C. et al. Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro Formosa. *Rev. Bras. de Agroecologia*. 8(1): 210-216 (2013)

AZZINI, A.; BERALDO, A. L.; Bambu: características e aplicações. Rio Grande do Sul: Editora Agropecuária Ltda., Guaíba, 2004. 180 p.

BHERING, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.17: 187-190p, 2016.

BRONDANI, G. E.; ARAUJO, M. A.; WENDLING, I.; KRATZ, D. Enraizamento de miniestacas de erva-mate sob diferentes ambientes. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, n. 57, p. 29 - 38, 2008.

BONILLA, S. H.; GUARNETTI, R. L.; ALMEIDA, C. M. V. B.; GIANNETTI, B. F. Sustainability assessment of a giant bamboo plantation in Brazil: exploring the influence of labour, time and space. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, p. 83 - 91, 2010.

CALDEIRA, M. V. W.; WENDLING, I.; PENCHEL, R. M.; GONÇALVES, E. O.; KRATZ, D.; TRAZZI, P. A. Propriedades de substratos para produção de mudas florestais. In: CALDEIRA, M. V. W.; GARCIA, G. O.; GONÇALVES, E. O.; ARANTES, M. D. C.; FIEDLER, N. C. Contexto e perspectivas da área florestal no Brasil. Alegre, ES: Suprema, 2011, p. 141 - 160.

CORTES, L.F.B. Reproducción de la Guadua angustifolia por el método de chusquines. *International Network for bamboo and rattan (INBAR)*, p. 16, 2013.

CUSACK, V., 1999. Bamboo world-The growing and use of clumping bamboos. Austrália: Kangaroo Press. 46 pp.

Tiago Reis Dutra¹, Marília Dutra Massad², Mateus Felipe Quintino Sarmiento³, Jéssica Costa de Oliveira

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. (2013) Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para produção de mudas de canafístula. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 60, n.1, p. 072-078, jan/fev, 2013.

FACHINELLO, José Carlos, HOFFMAN, Alexandre, NACHTIGAL, Jair Costa. Propagação de plantas frutíferas. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2005. 221p.

FERREIRA, E.J.L. O bambu é um desafio para a conservação e o manejo de florestas no sudoeste da Amazônia. *Cienc. Cult.* [online], v.66, n.3, p.46-51, 2014

FILGUEIRAS, T. S.; CANTO-DOROW, T. S.; CARVALHO, M. L. S.; DÓREA, M. C.; FERREIRA, F. M.; MOTA, A. C.; OLIVEIRA, R. C.; OLIVEIRA, R. P.; REIS, P. A.; RODRIGUES, R. S.; SANTOS-GONÇALVES, A. P.; SHIRASUNA, R. T.; SILVA, A. S.; SILVA, C.; VALLS, J. F. M.; VIANA, P. L.; WELKER, C. A. D.; ZANIN, A.; LONGHI-WAGNER, H. M. Poaceae. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do

Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB193>>. Acesso em 20 mai. 2015.

FONSECA, F. K. P.; ARAÚJO, R. R.; LEMOS, E. E. P. Produção massal de mudas de espécies de bambu por estaquia em viveiro: efeito da concentração de auxinas no enraizamento. In: Encontro de Iniciação Científica da Universidade Federal de Alagoas, 14. Anais... Maceió: UFAL/PROPEP, 2005. Congresso Acadêmico da UFAL (2004: Maceió, AL). Excelência acadêmica com inclusão social [Recurso eletrônico], 13 a 17 de dezembro de 2004, Maceió, Brasil. 2005.

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

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. Plant propagation: principles and practices. 8th. ed. Boston: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

HISAMOTO, Y.; KOBAYASHI, M. Flowering habit of two bamboo species, *Phyllostachys meyeri* and *Shibataea chinensis*, analyzed with flowering gene expression. *Plant Species Biology*, v. 28, n. 2, p. 109–117, 2013. DOI: 10.1111/j.1442-1984.2012.00369 x.

ISLAM, M.S.; BHUIYAN, M.K.; HOSSAIN, M.M.; HOSSAIN, M.A. Clonal propagation of *Bambusa vulgaris* by leafy branch cuttings. *Journal of Forestry Research*, v.22, n.3, p.387-392, 2011.

JOSHI R., TEWARI SK., KAUSHAL R., TEWARI L (2012). Rooting Behaviour of *Bambusa balcooa* Roxb in relation to season, age & growing conditions. *Indian Forester*

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. de. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 37, p. 1103 - 1113, 2013.

LEITÃO, T. E. M. F. S. et al. Avaliação de mudas de mamão submetidas á diferentes níveis de adubação nitrogenada. *Revista Caatinga*, v. 22, n. 3, p. 160-165, 2009.

LIEBSCH, D.; REGINATO, M. Florescimento e Frutificação de *Merostachys skvortzovii* Sendulsky (Taquara-lixia) no Estado do Paraná. *Iheringia, Sér. Bot.*, v. 64, n. 1, p. 53-56, 2009.

MARINHO, P. H. A.; SOUSA, R. M.; GIONGO, M.; VIOLA, M. R.; SOUZA, P. B. Influência de diferentes substratos na produção de mudas de flamboyant *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.¹ *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 11, n. 1, p. 40-46, janeiro-março, 2017. 10.18227/1982-8470ragro.v11i1.3870

MUNHOZ CBR, FELFILI JM. Fenologia do estrato herbáceo-subarbusivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Acta Botânica Brasileira* 2005; 19(04): 979-988.

OLIVEIRA, J. S.; NUNES, H. B.; SOUSA, A. X. Avaliação da taxa de germinação e do desenvolvimento de Barriguda (*Cavanillesia arborea*) com uso de substratos alternativos. *Revista de biologia e ciências da terra*, v. 11, n. 1, 2011.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. 1. Ed. Bauru. SP: Canal 6, 2007. 240p.

PIO, Rafael et al. Substratos no enraizamento de estacas herbáceas de figueira oriundas da desbrota. *Ciência Agropecuária*, Lavras. V.29, n.3, p. 604-609, maio/jun. 2005.

PRADO. R. M. *Nutrição de plantas*. São Paulo: UNESP. 2008. 407 p.

RAY S. S, ALI M. N (2016). Evaluation of Inexpensive Bedding Materials for Culm Cutting of *Bambusa balcooa* Roxb. and Its Field Performance. *J Biotechnol Biomater* 6: 227. doi:10.4172/2155-952X.1000227

STAPLETON. C. M. A (1985) Studies on vegetative propagation of *Bambusa* & *Dendrocalamus* species by culm cuttings, recent research on bamboos. *Proceedings of the International Bamboo Workshop*.

STEFFEN GPK, ANTONIOLLI ZI, STEFFEN RB, SCHIEDECK G. Utilização de vermicomposto como substrato na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora*. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2011; 31(66): 75-82.

SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, p. 297 - 302, 2012.

SILVA R. F; EITELWEIN M. T; CHERUBIN M. R; FABBRIS C, WEIRICH S; PINHEIRO R. R. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em substratos orgânicos alternativos. *Ciência Florestal* 2014; 24(3): 609-619. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509815745>.

SINGH, S. R. et al. Micropropagation of *Dendrocalamus asper* {Schult. & Schult. F.} Backer ex k. Heyne): an exotic edible bamboo. *Society for Plante Biochemistry and Biotechnology*. Published online:13. 2011.

SORENG, R. J.; PETERSON, P. M.; ROMASCHENKO, K.; DAVIDSE, G.; ZULOAGA, F. O.; JUDZIEWICZ, E. J.; FILGUEIRAS, T. S.; DAVIS, J. I.; MORRONE, O. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae). *Journal of Systematics and Evolution*, v.53, p.117-137, 2015.

- TARGA, Marcelo dos Santos et al. Avaliação do enraizamento de propágulos de bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) em diferentes substratos. 2006.
- VAVRINA, C. S.; ARENAS, M.; CORNELL, J. A.; HANLON, E. A.; HOCHMUTH, G. J. Coiras na alternative to peat in media for tomato transplant production. Hort Science, Alexandria, v. 37, p. 309 - 312, 2002.
- TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E. O. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). Ciência Florestal, v. 23, n. 3, p. 401-409, 2013.
- VENGALA, J.; JAGADEESH, H.N.; PANDEY, C.N. Development of bamboo structure in Índia. In: XIAO, Y.; INOUE, M.; PAUDEL, S.K. (Eds.). Modern bamboo structures. London: Taylor & Francis Group, 2008. p.51-63.
- VIEIRA C. R, WEBER O. L. S, SCARAMUZZA J. F. Influência do vermicomposto no crescimento e na nutrição de mudas de angico cascudo. Revista Biociências 2014; 20(2): 52-61.
- WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 42, p. 289 - 292, 2007b.

CAPÍTULO 3 - EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE HIDROGEL AO SUBSTRATO SOBRE O CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS CLONAIIS DE BAMBU EM VIVEIRO.

1. INTRODUÇÃO

As espécies de bambus têm se destacado como novas alternativas de matéria-prima de base fibrosa para usos múltiplos, sendo mundialmente reconhecidas devido às suas inúmeras aplicações envolvendo desde a produção de papel, celulose, energia, biocombustível e extração de amido até o emprego na construção civil, bioengenharia, fabricação de móveis, artesanatos, produtos farmacêuticos, alimentícios e medicinais (OSTAPIV e FAGUNDES, 2007; KOMATSU et al., 2011; SINGH et al., 2013).

Tais espécies compreendem um grupo de plantas pertencentes à família das gramíneas (Poaceae, subfamília Bambusoideae), com diversidade de espécies variando entre 1.200 a 1.600 espécies distribuídas entre 50 a 120 gêneros (SORENG et al., 2015). No Brasil estão descritas aproximadamente 258 espécies de bambus nativos distribuídos em duas tribos, Olyreae e Bambuseae, e 35 gêneros. A tribo Olyreae é composta por bambus herbáceos e tem 17 gêneros (49%) e 93 espécies (36%), enquanto Bambuseae é composta por bambus lignificados ou lenhosos e apresenta 18 gêneros (51%) e 165 espécies (64%). O número de bambus endêmicos no Brasil é alto: são 12 gêneros (34%) e 175 espécies (68%) (FILGUEIRAS et al., 2015).

No Brasil, alguns estudos têm demonstrado a aplicabilidade do cultivo de bambu para a produção de biomassa, sendo que as espécies *Dendrocalamus asper* e o *Bambusa vulgaris* apresentam potencialidades para a composição de plantios comerciais se destacando pelo elevado valor econômico, adaptabilidade e rápido crescimento. Porém ainda é necessário aprimorar aspectos técnicos, científicos e econômicos ligados à produtividade, bem como desenvolver biotecnologias visando à produção de mudas em quantidade e qualidade adequadas para suprir a demanda do mercado (MENDES et al., 2010; NETO et al., 2010; SOUZA, 2010; MOGNON et al., 2015).

Nos últimos anos, tem-se buscado através da pesquisa, informações sobre os aspectos reprodutivos das espécies de bambu. No entanto, o escasso conhecimento científico sobre as espécies de bambu, especialmente no que se refere à mecanismos de reprodução por meio da propagação, por estaquia, tem restringido o pleno desenvolvimento destes vegetais. Além do mais, o florescimento de muitas espécies de bambu, é um fenômeno raro e, várias espécies

morrem ao florescer devido a energia desprendida pela planta para a formação de sementes (MUDOI et al., 2013).

A qualidade da muda, que está diretamente ligada à produtividade, é um dos principais fatores para a implantação de povoamentos de bambu (TRAZZI et al., 2013). Um fator limitante para a obtenção de mudas de qualidade está na demanda por água, principalmente em locais ou regiões onde a oferta é limitada e passa por condições de estiagem durante o ano. O sucesso na produção de mudas de bambu está diretamente ligado às suas necessidades hídricas das plantas, sendo assim, o uso do hidrogel é uma das técnicas de manejo aconselhada para se suprir demanda por água, principalmente nos estágios após a germinação até a terminação que ocorre em geral, até 180 dias (ARAÚJO et al., 2013).

O hidrogel é proveniente do arranjo de moléculas que podem aumentar a sua capacidade de armazenamento, quando hidratados (AHMED, 2015). Dentre as principais características no uso de hidrogel, destacam-se: melhor disponibilidade e capacidade de retenção de água e nutrientes às plantas de forma controlada (BARDAJEE e HOOSHYAR, 2014; ULLAH et al., 2015). É um produto natural quando derivado do amido, ou sintético, quando derivado do petróleo, muito utilizados como floculante em depósitos de líquidos químicos, na agricultura e atualmente em essências florestais em função da sua capacidade em absorver centenas de vezes o seu próprio peso em água (TAVAKOL et al., 2016).

Atualmente faz-se necessária uma gestão eficiente no controle de distribuição hídrica à produção de mudas de espécies florestais nativas. O hidrogel surge como condicionador de solo e substrato, melhorando a capacidade destes em reter água e nutrientes, tornando-os disponíveis e melhorando o desenvolvimento de mudas de bambu em viveiro (GARNICA-PALAFOXA e SÁNCHEZ-ARÉVALOA, 2016).

Diante disto, pesquisas voltadas para incluir e avaliar a eficiência do uso do hidrogel na propagação de mudas de bambu em viveiro têm despertado grande interesse em instituições de ensino e pesquisa, buscando eficiência e sustentabilidade no uso dos recursos hídricos e sendo assim, foram realizadas análise do efeito de doses desse produto no desenvolvimento e estabelecimento de mudas de bambu sob condições de viveiro.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito de diferentes doses de hidrogel no desenvolvimento e na qualidade de mudas clonais de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a resposta de mudas de bambu produzidas em terra de subsolo sob a incorporação de diferentes doses de hidrogel;
- Indicar a dose de hidrogel ideal para o desenvolvimento de mudas de bambu.
- Avaliar a resposta de diferentes fontes de propágulos de bambu visando a obtenção de mudas;
- Indicar o propágulo ideal para o desenvolvimento de mudas de bambu em viveiro.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Localização do estudo

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal do Departamento de Engenharia Florestal, na Fazenda Água Limpa - FAL, pertencente à Universidade de Brasília, localizada no Distrito Federal, a 15° 56' S e 47° 46' W, altitude de 1.100 m. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen e caracteriza-se por duas estações bem definidas, sendo uma estação quente e chuvosa (de outubro a abril) e outra fria e seca (de maio a setembro). A temperatura média anual máxima é de 28,5 °C e a média anual mínima de 12,0 °C. Seu clima, assim como em todo o Distrito Federal, apresenta uma sazonalidade acentuada, com estações seca e chuvosa distintas. O inverno é seco e as chuvas predominam no verão, (MUNHOZ e FELFILI, 2005).

3.2. Materiais genéticos

Dendrocalamus asper (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne). - Originário do sudeste asiático, esta espécie apresenta crescimento simpodial, grande porte com altura dos colmos de 20 a 30 m de altura e diâmetros que podem variar de 8 até 20 cm. Desenvolve-se em regiões tropicais úmidas e em regiões subtropicais, preferindo solos ricos, suporta temperaturas de até -5°C. É um bambu de grande resistência e durabilidade excelente para construção de estruturas e móveis. Seus brotos comestíveis são explorados comercialmente na forma de conservas ou salgados e embalados à vácuo (PEREIRA e BERVALDO, 2007).

Bambusa vulgaris Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. - Espécie exótica originária da Índia e China, apresenta como uma fonte de biomassa energética com grande potencial, uma vez que o seu crescimento é bastante acelerado. Possui altura de até 30 metros, diâmetro do caule de 20 a 25 cm e folhas alongadas e com nervuras paralelas. Também conhecido como bambu-brasil, brasileirinho, bambu-brasileiro (em razão da cor verde e amarela) e de bambu-imperial, o *Bambusa vulgaris vittata* tem indiscutivelmente um grande apelo estético a seu favor, por causa de suas cores. Difere da cultivar típica pelos entrenós de coloração amarelo-intenso a amarelo-esverdeado com estrias verde-escuras desiguais. É tolerante à exposição direta ao sol e desenvolve-se bem em ambientes secos, porém cresce mais vigoroso em condições de boa disponibilidade de água e suporta até -2°C. Pode ser propagada por estaquia ou parcelamento do colmo (CUSACK, 1999).

3.3. Coleta do material genético

O material genético clonal das espécies *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv., foi coletado na Reserva Ecológica do IBGE, localizada no centro-sul do Distrito Federal, com coordenadas geográficas de 15° 56' 41" S e 47° 53' 07" W, sendo uma unidade de conservação de proteção integral.

A coleta do material genético foi realizada com o corte de hastes caulinares contendo colmos e brotações em touceiras de bambu. Foi utilizado um facão ou um motor-serra, cortando a uns 20 centímetros acima do solo e logo acima de um nó, para se evitar a entrada de água e o apodrecimento da parte do colmo. O seccionamento das hastes caulinares para obtenção dos colmos e dos discos com gemas foi feito utilizando um arco com serra e facão. O parâmetro utilizado na escolha dos caules que foram cortados, foi a idade, de mais ou menos 2 anos e/ou o diâmetro entre 8 cm a 12 cm para o colmo principal e de 5 cm a 8 cm para a ramificação secundária do colmo principal.

Os tipos de propágulos vegetativos coletados (**Figura 1**) foram rebrotações laterais secundárias juntamente com o anel retirado do colmo principal, pedaços de rebrotações laterais secundárias contendo três nós e discos do colmo principal contendo uma gema lateral.

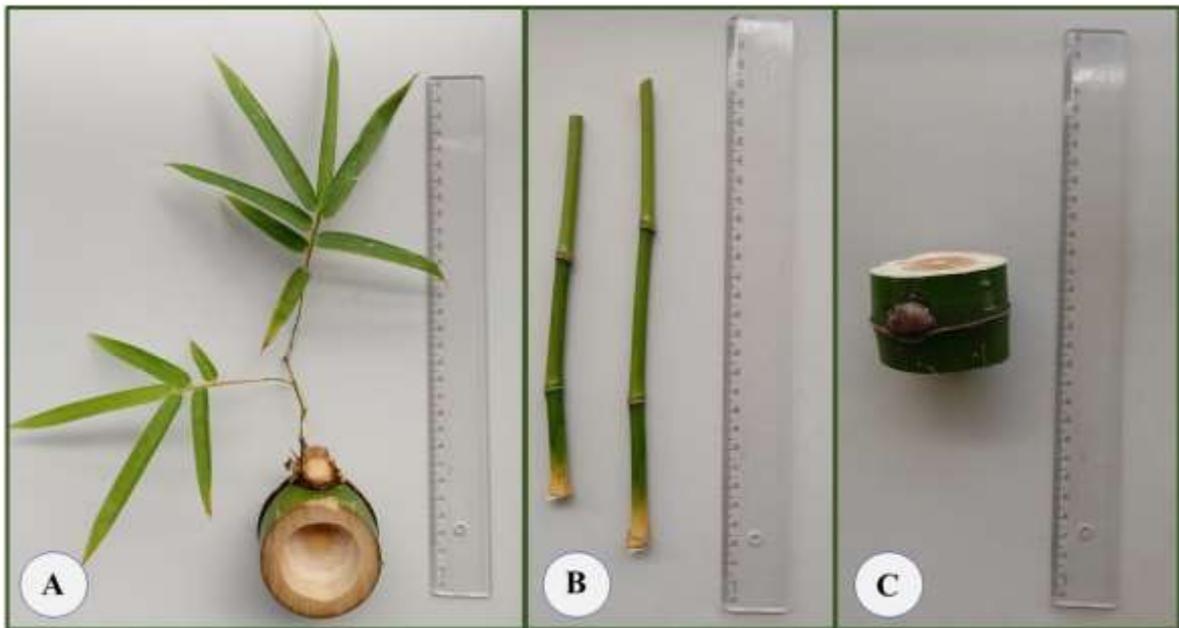


Figura 1 - Tipos de propágulos (A - Rebrotação lateral secundária e disco do colmo principal; B - Rebrotação lateral secundária com dois nós e C - Disco do colmo principal com uma gema).

Os propágulos vegetativos (**Figura 1**) coletados foram transportados em feixes constituídos de várias hastes caulinares com comprimentos de 4 metros aproximadamente para facilitar o manuseio e transporte. Logo após o seccionamento das hastes caulinares e a retirada das ramificações laterais, os propágulos foram acondicionados em recipientes com capacidade de 20 litros com água até o momento de serem plantados com vistas à manutenção da viabilidade.

3.4. Instalação do experimento

Para a produção de mudas destas espécies foram utilizados sacos de polietileno (25 x 35 cm) contendo terra de subsolo com 5 doses (g/litro de substrato) de hidrogel: 0, 1, 2, 3 e 4g/litro de substrato (**Tabela 1**).

Antes do enchimento dos recipientes foi realizada uma adubação inicial composta de macronutrientes (NPK – 04:14:08) na proporção de 3 g/kg de substrato e micronutrientes (FTE BR 12) 1g/kg de substrato, isto para cada muda, e ambos passaram pelo procedimento de trituração antes da incorporação.

Tabela 1 – Dosagens de hidrogel e funções gerais (SOUSA et al., 2013).

Doses de polímero hidroretentor	Funções do polímero
0g/litro de substrato	-Aumenta a capacidade de armazenamento de água e nutrientes pelo solo, (Forth Gel®, 2016);
1g/litro de substrato	-Não é tóxico para as plantas, organismos do solo e lençol freático (Forth Gel®, 2016);
2g/litro de substrato	-Absorve de 200 a 400 vezes o seu peso em água (Forth Gel®, 2016);
3g/litro de substrato	-Menor número de regas (até 50% menos) (Forth Gel®, 2016);
4g/litro de substrato	-Economiza água – ajuda o meio ambiente (Forth Gel®, 2016).

3.5. Delineamento experimental

Os experimentos com mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. foram instalados no delineamento inteiramente casualizado (DIC) disposto em 5 tratamentos com três fontes de propágulo (rebrotação lateral secundária com anel do colmo principal, rebrotação lateral secundária com dois nós e discos do colmo principal com uma gema) e cinco combinações de doses de polímero hidroretentor: só terra de subsolo, 1g/litro de substrato, 2g/litro de substrato, 3g/litro de substrato e 4g/litro de substrato. Para cada tratamento foram utilizadas 21 unidades amostrais, totalizando 315 mudas de bambu por espécie.

3.6. Obtenção dos dados

A cada 60 dias foram avaliados os seguintes parâmetros morfológicos: altura da parte aérea da touceira (cm), utilizando uma régua graduada mediu-se as plantas da base do caule até o ápice do meristema apical; diâmetro da touceira (cm), utilizando uma fita métrica, mediu-se dois diâmetros da copa, tomados de forma cruzada, resultando em uma média das duas medidas. O número de brotos (unidade) e número de folhas (unidade) foram obtidos a partir da contagem direta (LEITÃO et al., 2009).

Aos 180 dias (na última avaliação) foram separados parte aérea e raízes de 7 indivíduos de cada tratamento, sendo lavados para retirada do substrato. Em seguida foram medidos a maior raiz (CR), a quantidade de raízes (NR) e acondicionados em saco de papel e levados a uma estufa à 70°C por 72 horas até atingir peso constante. Posteriormente, foram pesados para determinar o peso seco da parte aérea (PSPA) e peso seco da raiz (PSR) avaliando-se a qualidade da muda (PRADO, 2008).

3.7. Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise estatística de variância (ANOVA) e na ocorrência de significância entre as interações dos fatores testados aos 60, 120 e 160 dias, foi realizada análise de regressão simples. As análises dos dados foram realizadas utilizando o programa estatístico RBio: Biometria no R (BHERING, 2016).

4. RESULTADOS

Na avaliação dos efeitos das diferentes doses de hidrogel sobre os três tipos de propágulos, foi observado diferenças significativas no crescimento e estabelecimento das mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. aos 180 dias.

A média da altura da parte aérea do propágulo disco sobre o efeito da dose 4g de hidrogel foi estatisticamente superior às médias observadas no demais propágulos e doses de hidrogel (**Tabela 2**), com uma diferença de 91,1 cm em relação à menor média no mesmo propágulo disco para *Dendrocalamus asper* e 78,9 cm em relação a menor média no propágulo rebrotação lateral, ambos no tratamento testemunha. O propágulo disco consta de mudas mais altas, se destacando em relação aos demais tratamentos nas duas espécies de bambu estudada. Os menores valores médios foram encontrados no propágulo rebrotação lateral para todas as doses de hidrogel, exceto, na testemunha de *Dendrocalamus asper* e em todos os tratamentos para *Bambusa vulgaris* var. *vittata*.

Tabela 2 – Comparação entre médias da altura da parte aérea (cm) de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. aos 180 dias.

Espécie	Propágulos	Doses de hidrogel				
		0 g	1 g	2 g	3 g	4 g
<i>Dendrocalamus asper</i>	Rebrota lateral e disco	29,7 ⁱ	34,8 ^{gh}	44,6 ^f	64,5 ^c	61,7 ^c
	Rebrota lateral	31,5 ^{hi}	28,0 ^{ij}	36,3 ^g	44,1 ^f	55,2 ^d
	Disco	25,9 ^j	42,2 ^f	50,6 ^e	70,2 ^b	117,1 ^a
<i>Bambusa vulgaris</i> vittata	Rebrota lateral e disco	42,7 ^{gh}	46,6 ^{efg}	50,1 ^{cde}	54,4 ^c	81,9 ^b
	Rebrota lateral	34,1 ⁱ	38,7 ^{hi}	43,7 ^{fgh}	46,7 ^{efg}	53,6 ^{cd}
	Disco	48,9 ^{def}	48,4 ^{def}	52,7 ^{cd}	65,3 ^b	113,0 ^a

Médias seguidas com mesma letra na linha ou coluna não diferem significativamente entre si, segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

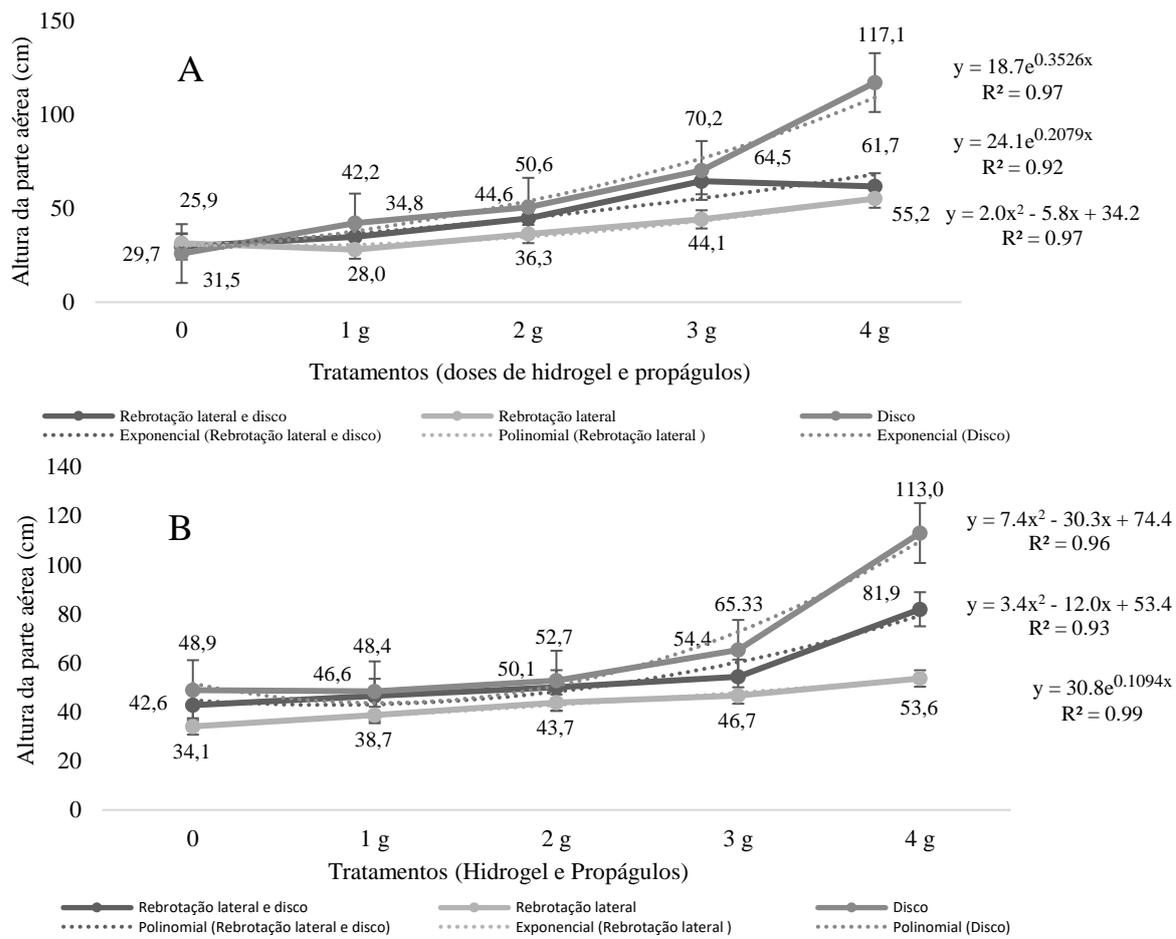
O efeito das doses de hidrogel indicou interação significativa nos propágulos, para a variável altura da parte aérea de *Dendrocalamus asper* e *Bambusa vulgaris* var. *vittata*

(**Figura 2**), significando que a equação exponencial obtida se ajusta aos dados experimentais e permite calcular a dose de hidrogel (4,0 g) que daria, aproximadamente, o melhor desenvolvimento em altura (117,1 e 113,0 cm) para as mudas no propágulo disco das duas espécies. As equações exponenciais obtida da regressão linear nos propágulos disco e rebrotação lateral + disco na espécie *Dendrocalamus asper*, indicam que proporcionalmente à medida que se aumenta a dose de hidrogel a altura média das mudas aumenta, enquanto que, na equação polinomial no propágulo rebrotação lateral, significa que com o aumento da dosagem de hidrogel a altura média das plantas aumenta até um certo ponto (3,0 g), a partir do qual o hidrogel não influencia no desenvolvimento em altura das mudas. Já na espécie *Bambusa vulgaris* var. *vittata* a análise de regressão destaca um crescimento polinomial positivo em relação às doses de hidrogel nos propágulos disco e rebrotação lateral + disco, indicando que as doses de hidrogel proporcionaram um crescimento baixo até a dose 3,0 g passando a ter um crescimento mais expressivo na dose 4,0 g. Já o crescimento exponencial no propágulo rebrotação lateral é baixo, mas indica que à medida que se aumenta a dose de hidrogel a altura média das mudas aumenta.

Os maiores valores médios do número de brotos foram encontrados no propágulo disco e na dosagem 4,0 g de hidrogel, a qual foi estatisticamente superior às médias observadas no demais propágulos e doses de hidrogel nas duas espécies (**Tabela 3**).

Na espécie *Dendrocalamus asper* o ganho no incremento do número de brotos (**Tabela 3**) nas três primeiras doses de hidrogel não foram significativos nos propágulos rebrotação lateral + disco e rebrotação lateral quando comparados às suas testemunhas. As três doses de hidrogel no propágulo disco foram superiores aos demais propágulos, com maiores ganhos de incrementos, a partir da dose 2,0 g, a medida que se aumenta as doses, em relação aos demais propágulos. O propágulo disco na dose 4,0 g de hidrogel teve o melhor desempenho médio nas brotações desta espécie de bambu (49 brotações).

As mudas que tinham como propágulo o disco, na espécie *Bambusa vulgaris* var. *vittata* continuaram sendo as que tiveram mais brotações (33,0; 35,9; 39,6; 43,7 e 64,3), inclusive com ocorrência de ganhos em brotações quando comparou-se as doses entre se. Já os menores valores continuaram a ser observados nos tratamentos os quais se utilizaram como propágulo a rebrota lateral, em todas as doses de hidrogel, sendo que não houve ganho em número de brotos quando aumentou-se as dosagens de hidrogel.



Altura da parte aérea (cm); Tratamentos: 0 = testemunha (só terra), 1 = 1 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 2 = 2 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 3 = 3 g de hidrogel/litro de terra de subsolo e 4 = 4 g de hidrogel/litro de terra de subsolo.

Figura 2: Altura de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne (A) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. (B) produzidas por propagação assexuada em viveiro

Tabela 3 – Comparação entre médias do número de brotos (unid.) de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. aos 180 dias.

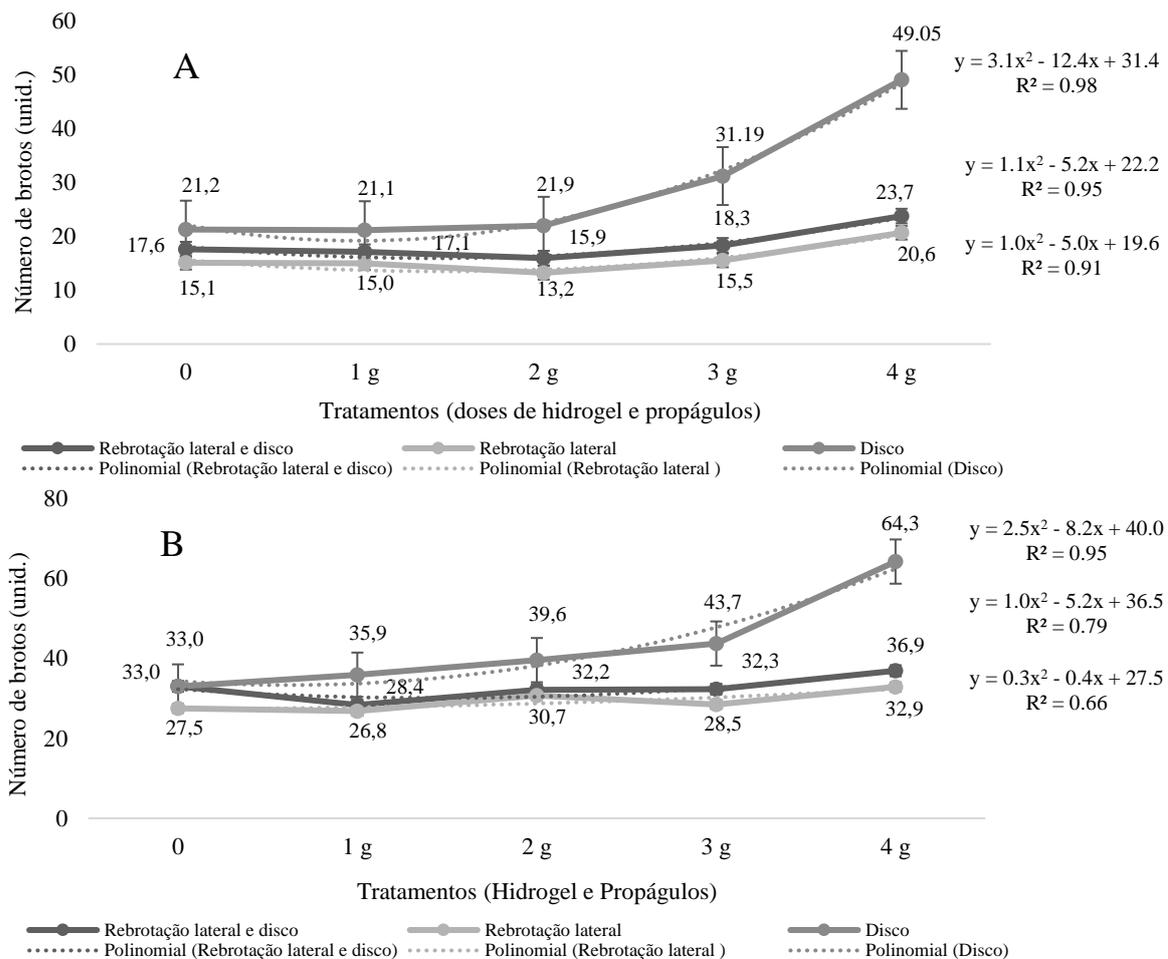
Espécie	Propágulos	Doses de hidrogel				
		0 g	1 g	2 g	3 g	4 g
<i>Dendrocalamus asper</i>	Rebrota lateral e disco	17,6 ^{ef}	17,1 ^{efg}	15,9 ^{fg}	18,3 ^e	23,7 ^c
	Rebrota lateral	15,1 ^{gh}	15,0 ^{gh}	13,2 ^h	15,5 ^{fg}	20,6 ^d
	Disco	21,2 ^d	21,1 ^d	21,9 ^{cd}	31,2 ^b	49,0 ^a
<i>Bambusa vulgaris vittata</i>	Rebrota lateral e disco	33,0 ^{ef}	28,4 ^{gh}	32,2 ^f	32,3 ^{ef}	36,9 ^{cd}
	Rebrota lateral	27,5 ^{gh}	26,8 ^h	30,7 ^{fg}	28,5 ^{gh}	32,9 ^{ef}
	Disco	33,0 ^{ef}	35,9 ^{de}	39,6 ^c	43,7 ^b	64,3 ^a

Médias seguidas com mesma letra na linha ou coluna não diferem significativamente entre si, segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comportamento da variável número de brotos (**Figura 3**) demonstra que houve diferenças significativas, sendo que o maior valor médio (49,0 e 64,3) foi encontrado na

maior dose de hidrogel no propágulo disco. Ao final do experimento, verificou-se que a curva de regressão ajustada para este parâmetro apresentou comportamento polinomial significativo em todos os propágulos, demonstrando que a partir da dose 2 gramas no *Dendrocalamus asper* e 3 gramas no *Bambusa vulgaris* var. *vittata* o hidrogel influenciou expressivamente no crescimento e incremento das brotações. Foi observado também uma maior variação de 21 a 49 brotações entre a testemunha e a maior dose de hidrogel na espécie *Dendrocalamus asper* e 33 a 64 brotações na espécie *Bambusa vulgaris* var. *vittata* com destaque para o propágulo disco na maior dose (4 g). Comportamento contrário foi observado nas mudas com menores números de brotos nos propágulos rebrota lateral + disco e rebrota lateral, onde a variação ficou entre 5 e 6 brotações, em ambas as espécies. Estes resultados são indicativos de melhor interação das doses de hidrogel com os propágulos o que proporcionou um bom desempenho deste parâmetro morfológico de crescimento das mudas. O número de brotos é um importante parâmetro para se avaliar a capacidade expansiva e o desenvolvimento em touceiras das mudas de bambu.

O número de folhas aos 180 dias (**Tabela 4**) apresentou uma variação entre a testemunha e a maior dose (4 g) em 17 folhas no propágulo rebrotação lateral + disco, 16 na rebrotação lateral e 29 no propágulo disco no *Dendrocalamus asper*. Já na espécie *Bambusa vulgaris* var. *vittata* a variação foi de 16 folhas no propágulo rebrotação lateral + disco, 15 no rebrotação lateral e 25 no propágulo disco. A média do número de folhas no propágulo disco sobre o efeito da dose 4g de hidrogel foi estatisticamente superior às médias observadas nos demais propágulos e doses de hidrogel, com uma diferença de 32 e 39 folhas em relação à menor média no propágulo rebrotação lateral da testemunha respectivamente para ambas as espécies. Ao fim do experimento, foi verificado incremento positivo em todas as doses de hidrogel e propágulos testados, sendo os maiores valores de incrementos encontrados no propágulo disco. As folhas são um importante parâmetro para verificar a expansão de cobertura da touceira e acúmulo de biomassa.



Número de brotos (unid.); Tratamentos: 0 = testemunha (só terra), 1 = 1 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 2 = 2 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 3 = 3 g de hidrogel/litro de terra de subsolo e 4 = 4 g de hidrogel/litro de terra de subsolo.

Figura 3: Número de brotos (unid.) de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne (A) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. (B) produzidas por propagação assexuada em viveiro

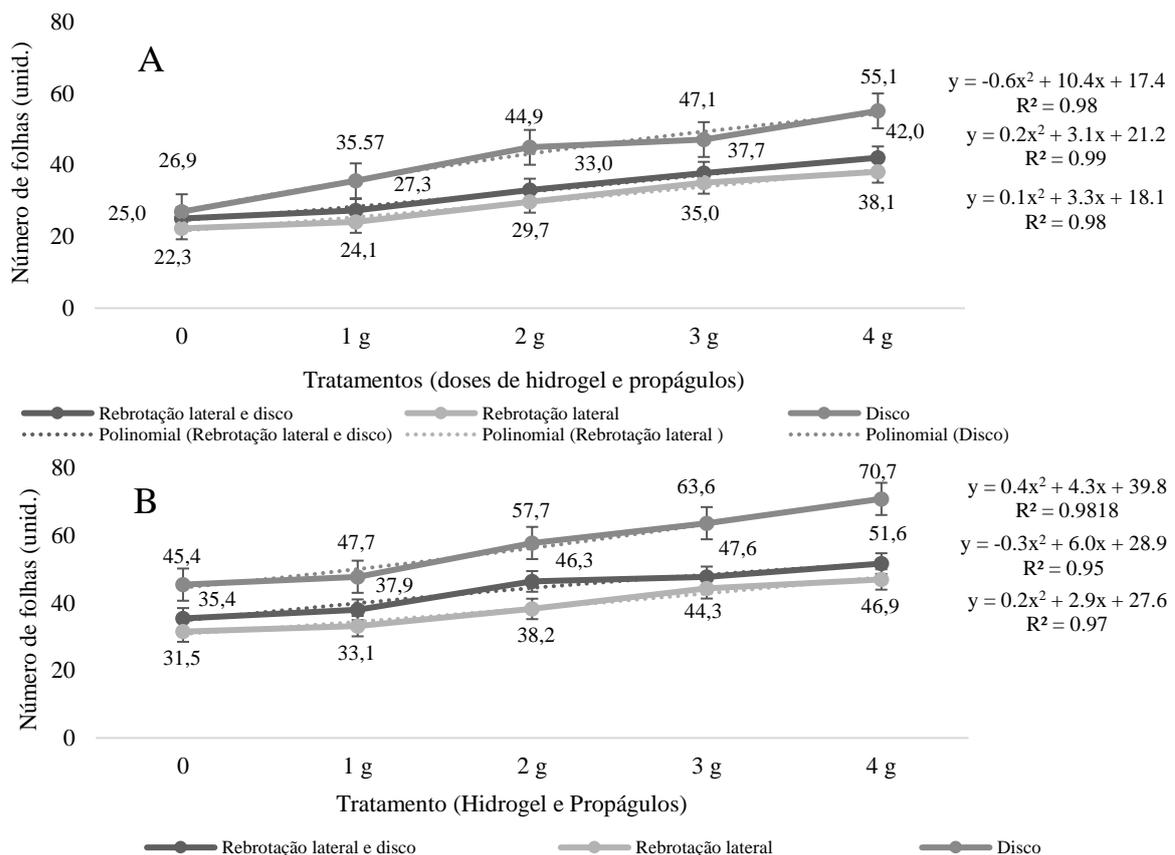
Tabela 4 – Comparação entre médias do número de folhas (unid.) de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. aos 180 dias.

Espécie	Propágulos	Doses de hidrogel				
		0 g	1 g	2 g	3 g	4 g
<i>Dendrocalamus asper</i>	Rebrota lateral e disco	25,0 ^{ij}	27,3 ^{hi}	33,0 ^g	37,7 ^{de}	42,0 ^c
	Rebrota lateral	22,3 ^k	24,1 ^{jk}	29,7 ^h	35,0 ^{fg}	38,1 ^d
	Disco	26,9 ⁱ	35,6 ^{ef}	44,9 ^b	47,1 ^b	55,1 ^a
<i>Bambusa vulgaris vittata</i>	Rebrota lateral e disco	35,4 ^g	37,9 ^f	46,3 ^e	47,6 ^{de}	51,6 ^d
	Rebrota lateral	31,5 ^g	33,1 ^g	38,2 ^f	44,3 ^e	46,9 ^e
	Disco	45,4 ^e	47,7 ^{de}	57,7 ^c	63,6 ^b	70,7 ^a

Médias seguidas com mesma letra na linha ou coluna não diferem significativamente entre si, segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando a regressão (**Figura 4**), é possível destacar a resposta positiva das mudas de *Dendrocalamus asper* e *Bambusa vulgaris* var. *vittata* em relação às doses de hidrogel

em que a equação ajustada para este parâmetro apresentou comportamento polinomial significativo para todos os propágulos, encontrando o número de folhas máximo 55 e 70 no propágulo disco, seguido do tratamento 4 g de hidrogel. O comportamento polinomial indica ainda que o número de folhas aumenta linearmente em função do aumento das doses de hidrogel independentemente do propágulo testado. No entanto, os propágulos rebrotação lateral + disco e rebrota lateral, tiveram comportamentos polinomiais semelhantes, com os menores números encontrados nos tratamentos. Ainda comparando a emissão de folhas entre as doses de hidrogel testadas, os propágulos rebrotação lateral + disco e rebrotação lateral apresentaram diferença de 13 e 17 folhas no *Dendrocalamus asper* e 19 e 23 no *Bambusa vulgaris* var. *vittata* quando foram comparados ao propágulo disco. A emissão de folhas é associada ao bom desenvolvimento de mudas, indicando principalmente, aporte adequado de água, facilitando a assimilação de nutrientes, proporcionado pela maior dose de hidrogel (4 g/litro de terra de subsolo).



Número de folhas (unid.); Tratamentos: 0 = testemunha (só terra), 1 = 1 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 2 = 2 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 3 = 3 g de hidrogel/litro de terra de subsolo e 4 = 4 g de hidrogel/litro de terra de subsolo.

Figura 4: Número de folhas (unid.) de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne (A) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. (B) produzida por propagação assexuada em viveiro

No presente estudo, as medições do diâmetro da touceira mostraram diferenças significativas entre os valores médios obtidos em função dos propágulos e doses de hidrogel utilizadas (**Tabela 5**), os maiores valores foram observados na maior dose de hidrogel (4 g), nas avaliações realizadas. Quando se utilizou como propágulo o disco, obteve-se as touceiras de maiores diâmetros, 54,9 cm para *Dendrocalamus asper* e 128,2 cm para *Bambusa vulgaris* var. *vittata*. Os menores valores médios foram encontrados no propágulo rebrotação lateral, 21,1 e 32,1 cm respectivamente para as duas espécies.

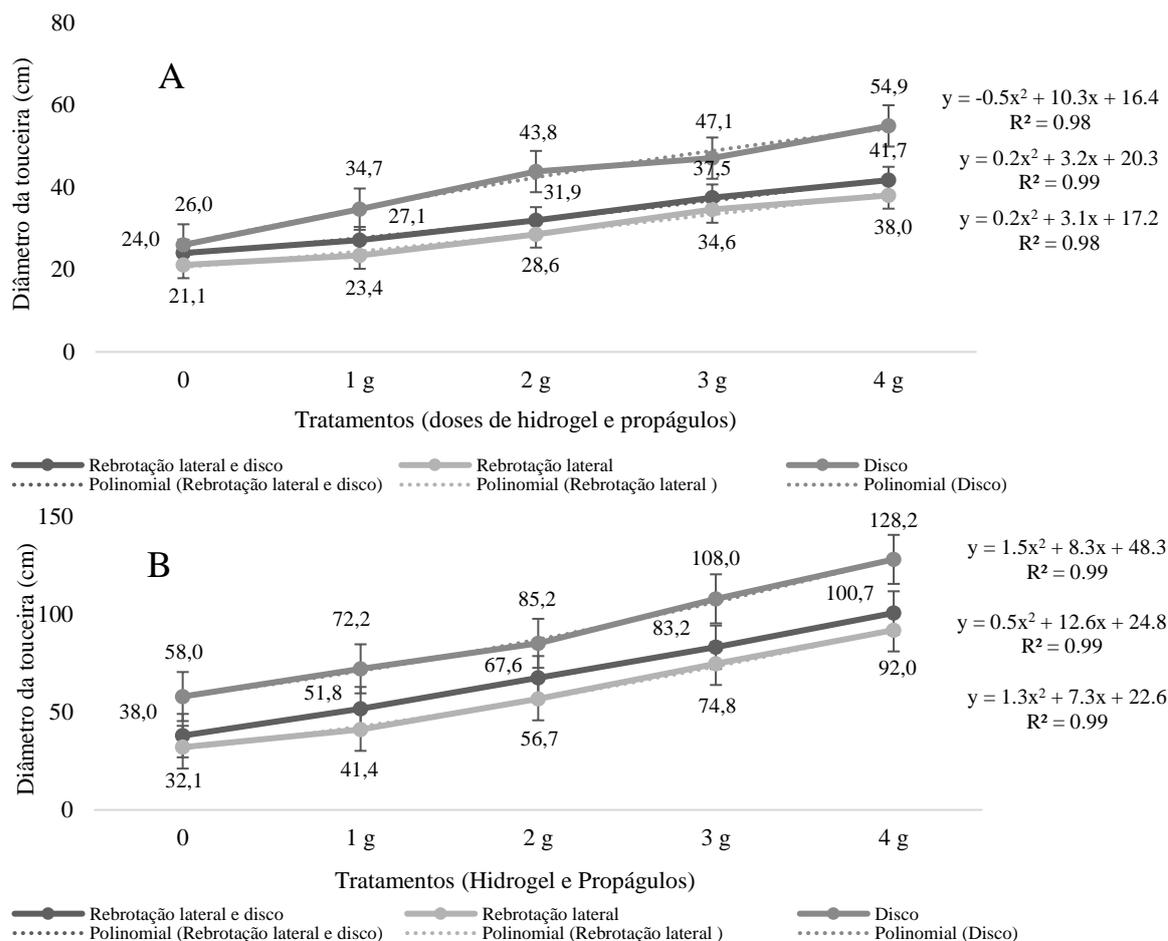
O diâmetro da touceira (**Tabela 5**) aumentou proporcionalmente às doses de hidrogel em todos os propágulos, destacando-se a maior dose (4 g) no disco, nas duas espécies.

Tabela 5 – Comparação entre médias do diâmetro da touceira (cm) de *Dendrocalamus asper* e *Bambusa vulgaris* var. *vittata* aos 180 dias.

Espécie	Propágulos	Doses de hidrogel				
		0 g	1 g	2 g	3 g	4 g
<i>Dendrocalamus asper</i>	Rebrota lateral e disco	24,0 ^{ij}	27,1 ^{gh}	31,9 ^f	37,5 ^d	41,7 ^c
	Rebrota lateral	21,1 ^k	23,4 ^{jk}	28,6 ^g	34,6 ^e	38,0 ^d
	Disco	26,0 ^{hi}	34,7 ^e	43,8 ^c	47,1 ^b	54,9 ^a
<i>Bambusa vulgaris</i> vittata	Rebrota lateral e disco	38,0 ^{ij}	51,8 ^h	67,6 ^g	83,2 ^e	100,7 ^c
	Rebrota lateral	32,1 ^j	41,1 ⁱ	56,7 ^h	74,8 ^f	92,0 ^d
	Disco	58,0 ^h	72,2 ^{fg}	85,2 ^e	108,0 ^b	128,2 ^a

Médias seguidas com mesma letra na linha ou coluna não diferem significativamente entre si, segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As curvas de tendência com modelos polinomiais apontam para valores ótimos estimados para todos os propágulos (**Figura 5**), significando que as equações obtidas se ajustam aos dados experimentais e permite calcular a dose de hidrogel (4 g) que proporciona o melhor desenvolvimento em diâmetro da touceira para as mudas no propágulo disco das duas espécies. Este comportamento indica ainda que o crescimento em diâmetro da touceira teve crescimento linear nos três propágulos a partir da testemunha seguindo até a maior dose (4 g) disco tanto na espécie *Dendrocalamus asper* como em *Bambusa vulgaris* var. *vittata*. Comparando ainda o diâmetro da touceira entre as doses de hidrogel testadas, os propágulos disco, rebrotação lateral + disco e rebrotação lateral apresentaram diferença de 28,9; 17,7 16,9 cm no *Dendrocalamus asper* e 70,2; 68,7 e 59,9 cm no *Bambusa vulgaris* var. *vittata* quando foram comparados às suas testemunhas.



Diâmetro da touceira (cm); Tratamentos: 0 = testemunha (só terra), 1 = 1 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 2 = 2 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 3 = 3 g de hidrogel/litro de terra de subsolo e 4 = 4 g de hidrogel/litro de terra de subsolo.

Figura 5: Diâmetro da touceira (cm) de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne (A) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. (B) produzidas por propagação assexuada em viveiro.

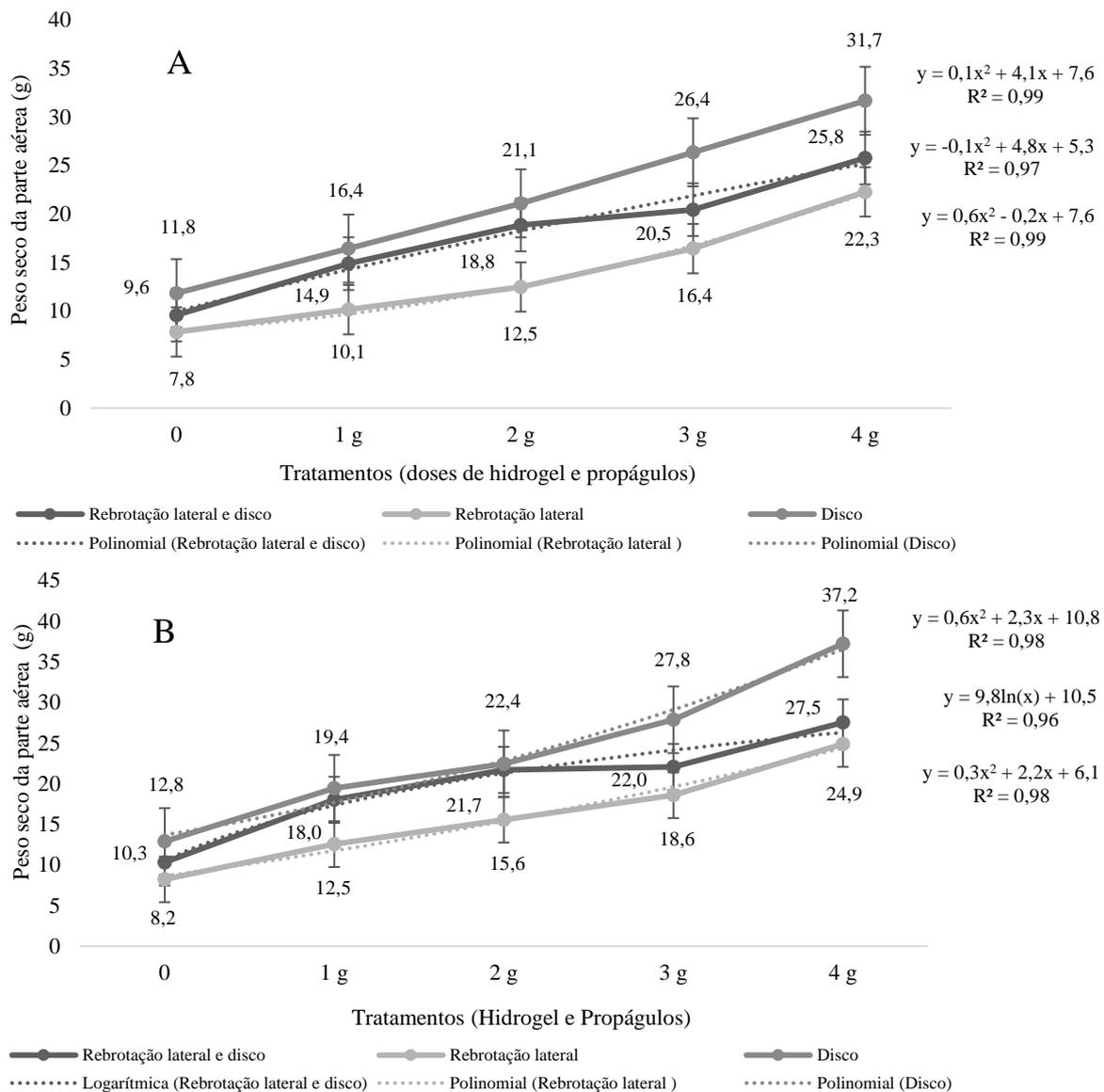
O crescimento de mudas de bambu baseado no peso seco de parte aérea apresentou diferença em função dos propágulos e doses de hidrogel aplicadas (**Tabela 6**). As mudas apresentaram uma diferença de 23,8 g, do maior valor de peso seco para o menor (31,7 e 7,8 g) no *Dendrocalamus asper*. Já no *Bambusa vulgaris* var. *vittata* a diferença foi de 28,9 g do maior peso para o menor (37,2 e 8,2 g). Os tratamentos constituídos apenas de terra de subsolo, foram os que apresentaram os menores valores (entre 7 a 12 g), contrariando o tratamento utilizando 4 g de hidrogel e o disco como propágulo, que apresentou mudas com maior valor de peso seco (31,7 e 37,2 g), para as duas espécies.

Tabela 6 – Comparação entre médias do peso seco da parte aérea (g) de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. aos 180 dias.

Espécie	Propágulos	Doses de hidrogel				
		0 g	1 g	2 g	3 g	4 g
<i>Dendrocalamus asper</i>	Rebrota lateral e disco	9,6 ⁱ	14,9 ^g	18,8 ^e	20,4 ^d	25,8 ^b
	Rebrota lateral	7,8 ^j	10,1 ⁱ	12,4 ^h	16,4 ^f	22,3 ^c
	Disco	11,8 ^h	16,4 ^f	21,1 ^d	26,4 ^b	31,7 ^a
<i>Bambusa vulgaris vittata</i>	Rebrota lateral e disco	10,3 ^h	18,0 ^f	21,6 ^e	22,0 ^d	27,5 ^b
	Rebrota lateral	8,2 ^h	12,5 ^g	15,5 ^f	18,6 ^e	24,8 ^c
	Disco	12,8 ^g	19,4 ^e	22,4 ^d	27,8 ^b	37,2 ^a

Médias seguidas com mesma letra na linha ou coluna não diferem significativamente entre si, segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando a regressão (**Figura 6**), é possível destacar a resposta positiva das mudas de bambu em relação às doses de hidrogel em que a equação ajustada para este parâmetro apresentou comportamento polinomial significativo para todos os propágulos para *Dendrocalamus asper*, logarítmico no propágulo rebrotação lateral + disco e polinomial nos propágulos disco e rebrotação lateral no *Bambusa vulgaris* var. *vittata*. De acordo com o ajuste polinomial, o peso seco da parte aérea aumenta linearmente em função do aumento das doses de hidrogel independentemente do propágulo testado. Já o ajuste logarítmico indica crescimento da variável, de acordo com as doses de hidrogel, até um certo valor, não prosseguindo com o ganho em incremento de peso nas doses maiores. A maior alocação de peso de matéria seca para a parte aérea ocorre em mudas de bambu com suprimento adequado de nutrientes, com isso, uma das funções essenciais do hidrogel pode estar sendo desempenhada com a prática de auxílio na liberação controlada de macro e micronutrientes em doses adequadas, sendo de suma importância para produção de mudas vigorosas de bambu.



Peso seco da parte aérea (g); Tratamentos: 0 = testemunha (só terra), 1 = 1 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 2 = 2 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 3 = 3 g de hidrogel/litro de terra de subsolo e 4 = 4 g de hidrogel/litro de terra de subsolo.

Figura 6: Peso seco da parte aérea (g) de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne (A) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. (B) produzidas por propagação assexuada em viveiro.

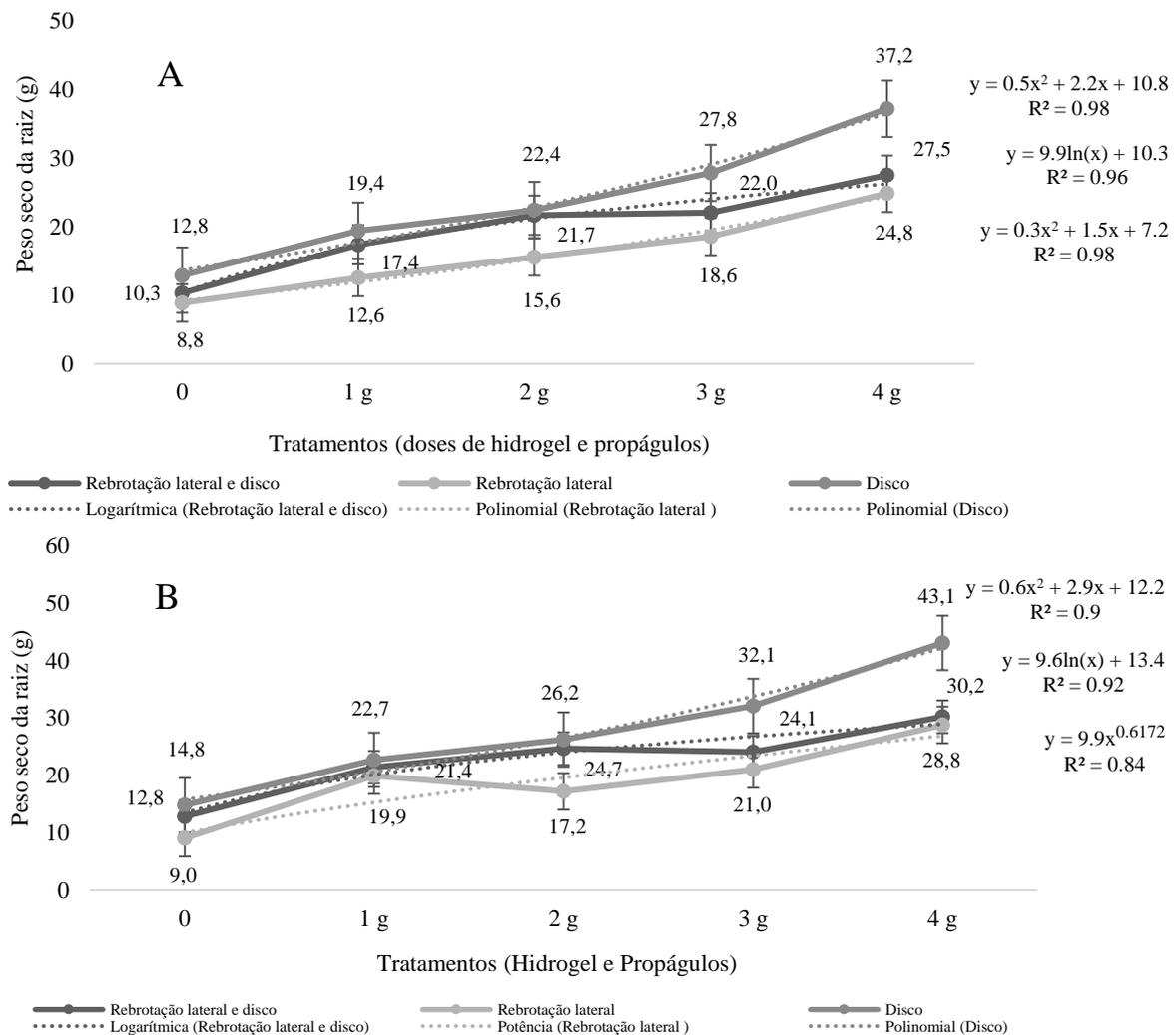
Os pesos secos das raízes das duas espécies de bambu apresentaram diferenças significativas no crescimento das mudas, em função dos propágulos e doses de hidrogel aplicadas (**Tabela 7**). As mudas apresentaram uma diferença de 28,3 g, do maior valor de peso seco para o menor (37,2 e 8,8 g) no *Dendrocalamus asper*. Já no *Bambusa vulgaris* var. *vittata* a diferença foi de 34,05 g do maior peso para o menor (43,1 e 9,0 g). Os tratamentos constituídos apenas de terra de subsolo, foram os que apresentaram os menores valores (entre 8 a 14 g), contrariando o tratamento utilizando 4 g de hidrogel e o disco como propágulo, que apresentaram mudas com maior valor de peso seco (37,2 e 43,1 g), para as duas espécies.

Tabela 7 – Comparação entre médias do peso seco da raiz (g) de *Dendrocalamus asper* (Schantz & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. aos 180 dias.

Espécie	Propágulos	Doses de hidrogel				
		0 g	1 g	2 g	3 g	4 g
<i>Dendrocalamus asper</i>	Rebrota lateral e disco	10,3 ⁱ	17,4 ^f	21,7 ^d	22,0 ^d	27,5 ^b
	Rebrota lateral	8,8 ⁱ	12,5 ^h	15,6 ^g	18,6 ^{ef}	24,9 ^c
	Disco	12,8 ^h	19,4 ^e	22,4 ^d	27,9 ^b	37,2 ^a
<i>Bambusa vulgaris vittata</i>	Rebrota lateral e disco	12,8 ⁱ	21,4 ^f	24,7 ^e	24,1 ^d	30,2 ^b
	Rebrota lateral	9,0 ⁱ	14,9 ^h	17,2 ^g	21,0 ^{ef}	28,8 ^c
	Disco	14,8 ^h	22,7 ^f	26,3 ^c	32,1 ^b	43,1 ^a

Médias seguidas com mesma letra na linha ou coluna não diferem significativamente entre si, segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve efeito linear significativo nas regressões (**Figura 7**), destacando-se respostas positivas das mudas de bambu em relação às doses de hidrogel em que a equação ajustada para o peso seco da raiz apresentou comportamento polinomial nos propágulos disco, rebrotação lateral, logarítmico no propágulo rebrotação lateral + disco para *Dendrocalamus asper*. Já o crescimento em peso seco das raízes de *Bambusa vulgaris* var *vittata* se comportou de forma logarítmica no propágulo rebrotação lateral + disco, potencial no propágulo rebrotação lateral e polinomial no propágulo disco. De acordo com o ajuste polinomial, o peso seco da parte aérea aumenta linearmente em função do aumento das doses de hidrogel independentemente do propágulo testado. Já o ajuste logarítmico indica crescimento da variável, de acordo com as doses de hidrogel, até um certo valor (2 g), não prosseguindo com o ganho em incremento de peso das raízes nas doses maiores (3 e 4 g). O ajuste potencial indica crescimento na dose menor (1 g) e logo após baixo efeito do hidrogel nas doses seguintes (2, 3 e 4 g). Estes resultados demonstram que mudas com o sistema radicular sob efeito de doses de hidrogel tem a umidade prolongada na rizosfera minimizando os efeitos da desidratação do sistema radicular das mudas na fase inicial de crescimento.



Peso seco da raiz (g); Tratamentos: 0 = testemunha (só terra), 1 = 1 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 2 = 2 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 3 = 3 g de hidrogel/litro de terra de subsolo e 4 = 4 g de hidrogel/litro de terra de subsolo.

Figura 7: Peso seco da raiz (g) de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne (A) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. (B) produzida por propagação assexuada em viveiro.

Os valores médios do comprimento da raiz no propágulo disco sobre o efeito da dose 4g de hidrogel foi estatisticamente superior às médias observadas no demais propágulos e doses de hidrogel (**Tabela 8**), com uma diferença de 42,7 cm em relação à menor média no propágulo rebrota lateral para *Dendrocalamus asper* e 85,5 cm em relação a menor média no propágulo rebrotação lateral, ambos no tratamento testemunha. O propágulo disco consta de mudas com sistema radicular mais profundo (72,7 e 145,4 cm), se destacando em relação aos demais propágulos nas duas espécies de bambu estudada. Já os menores valores médios foram encontrados no propágulo rebrotação lateral para todas as doses de hidrogel de *Dendrocalamus asper* e de *Bambusa vulgaris* var. *vittata*.

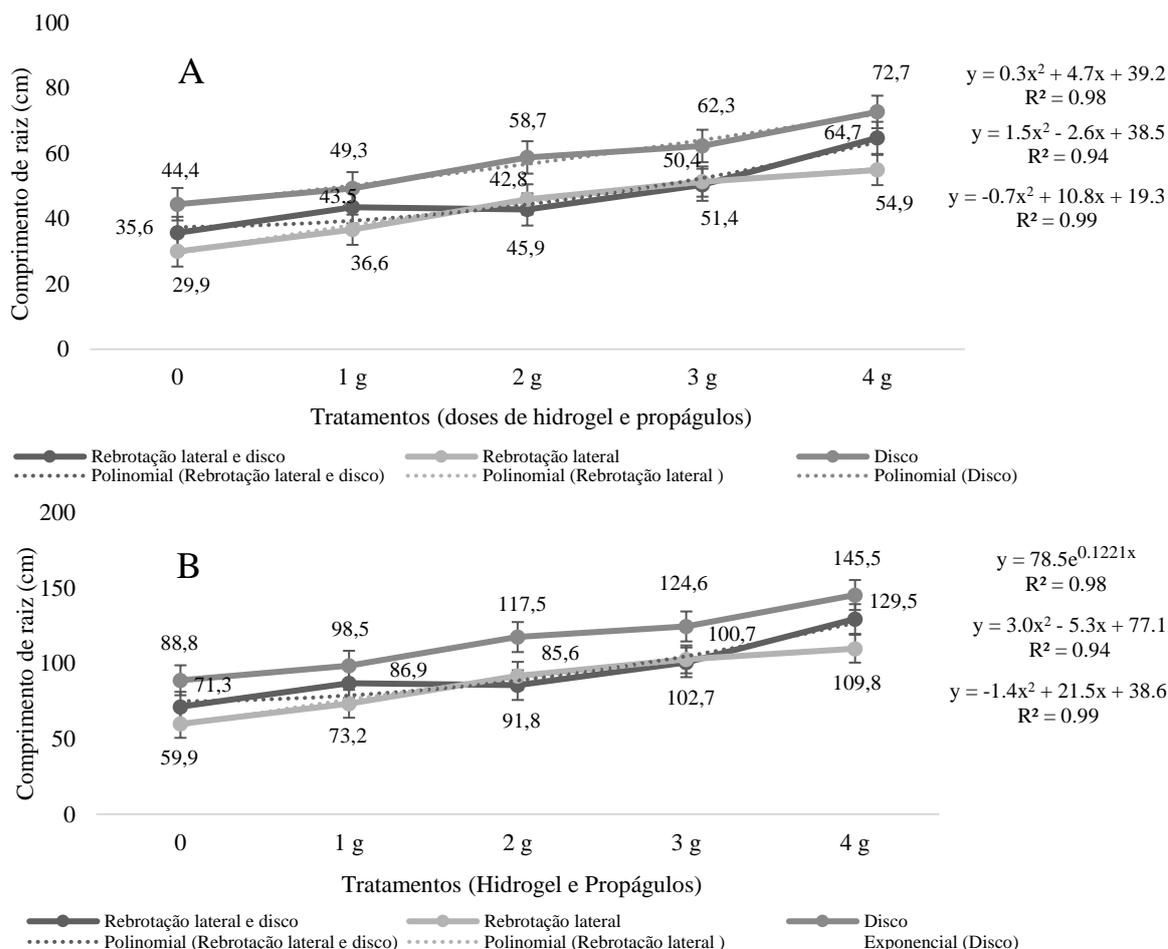
Tabela 8 – Comparação entre médias do comprimento da raiz (cm) de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. aos 180 dias.

Espécie	Propágulos	Doses de hidrogel				
		0 g	1 g	2 g	3 g	4 g
<i>Dendrocalamus asper</i>	Rebrota lateral e disco	35,6 ⁱ	43,5 ^h	42,8 ^h	50,4 ^f	64,7 ^b
	Rebrota lateral	29,9 ^j	36,6 ⁱ	45,9 ^{gh}	51,4 ^{ef}	54,9 ^{de}
	Disco	44,4 ^h	49,3 ^{fg}	58,7 ^{cd}	62,3 ^b	72,7 ^a
<i>Bambusa vulgaris</i> vittata	Rebrota lateral e disco	71,3 ⁱ	86,9 ^h	85,6 ^h	100,7 ^f	129,5 ^b
	Rebrota lateral	59,9 ^j	73,3 ⁱ	91,8 ^{gh}	102,7 ^{ef}	109,8 ^{de}
	Disco	88,8 ^h	98,5 ^{fg}	117,5 ^{cd}	124,6 ^{bc}	145,4 ^a

Médias seguidas com mesma letra na linha ou coluna não diferem significativamente entre si, segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento das raízes das mudas de bambu (**Figura 8**) demonstra diferenças significativas entre os tratamentos e bastante interação entre os propágulos e as doses de hidrogel aplicadas, sendo que os maiores valores (72,7 e 145,4 cm) foram encontrados na maior dose de hidrogel no propágulo disco em ambas as espécies. Verificou-se que a curva de regressão ajustada para este parâmetro de crescimento apresentou comportamento polinomial significativo em todos os propágulos de *Dendrocalamus asper*. Nos propágulos de *Bambusa vulgaris* var. *vittata*, o crescimento foi ajustado em polinomial nos propágulos rebrotação lateral + disco e rebrotação, enquanto que no propágulo disco a equação encontrada foi exponencial.

A análise do número de raízes ao final do experimento (**Tabela 9**) demonstrou uma variação entre a testemunha e a maior dose (4 g) em 30 raízes no propágulo rebrotação lateral + disco, 21 no rebrotação lateral e 39 no propágulo disco no *Dendrocalamus asper*. Já na espécie *Bambusa vulgaris* var. *vittata* a variação foi de 61 raízes no propágulo rebrotação lateral + disco, 63 no rebrotação lateral e 78 no propágulo disco. A média do número de folhas no propágulo disco sobre o efeito da dose 4 g de hidrogel foi estatisticamente superior às médias observadas nos demais propágulos e doses de hidrogel, com uma diferença de 49 e 98 raízes em relação à menor média no propágulo rebrotação lateral da testemunha respectivamente para ambas as espécies. O propágulo disco consta de mudas com sistema radicular com maiores números de raízes (59,4 e 118,9 raízes), se destacando em relação aos demais propágulos nas duas espécies de bambu estudada. Os menores valores médios foram encontrados no propágulo rebrotação lateral para todas as doses de hidrogel de *Dendrocalamus asper* e de *Bambusa vulgaris* var. *vittata*.



Comprimento da raiz (cm); Tratamentos: 0 = testemunha (só terra), 1 = 1 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 2 = 2 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 3 = 3 g de hidrogel/litro de terra de subsolo e 4 = 4 g de hidrogel/litro de terra de subsolo.

Figura 8: Comprimento da raiz (cm) de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne (A) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. (B) produzida por propagação assexuada em viveiro.

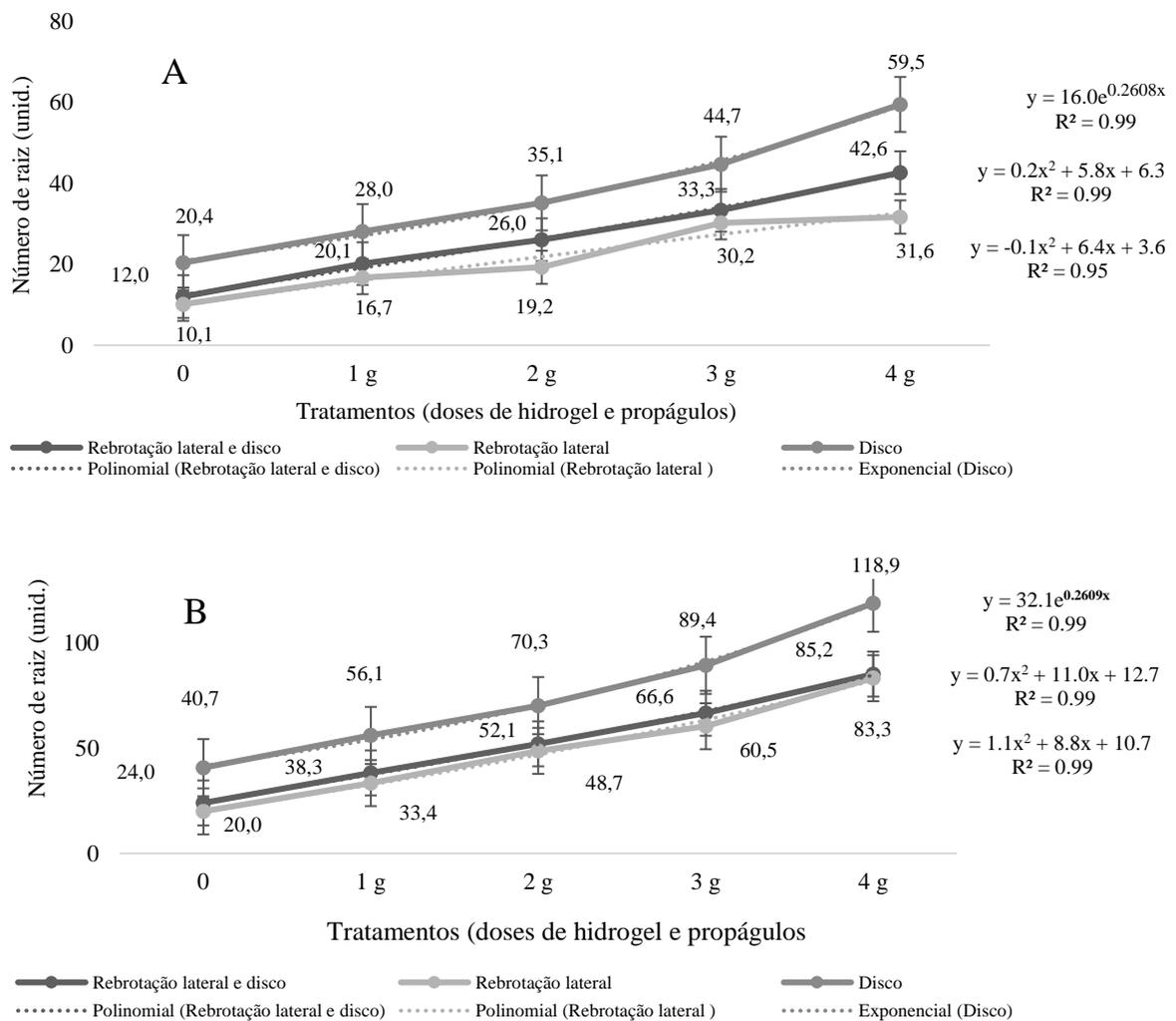
Tabela 9 – Comparação entre médias do número de raiz (unid.) de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. aos 180 dias.

Espécie	Propágulos	Doses de hidrogel				
		0 g	1 g	2 g	3 g	4 g
<i>Dendrocalamus asper</i>	Rebrota lateral e disco	12,0 ^j	20,1 ^h	26,0 ^{fg}	33,3 ^d	42,6 ^{bc}
	Rebrota lateral	10,1 ^j	16,7 ⁱ	19,3 ^g	30,2 ^e	31,6 ^c
	Disco	20,4 ^h	28,0 ^{ef}	35,1 ^d	44,7 ^b	59,5 ^a
<i>Bambusa vulgaris vittata</i>	Rebrota lateral e disco	24,0 ^j	40,3 ^h	52,1 ^{fg}	66,6 ^d	85,2 ^{bc}
	Rebrota lateral	20,0 ^j	33,4 ⁱ	48,7 ^g	60,5 ^e	83,3 ^c
	Disco	40,7 ^h	56,1 ^{ef}	70,3 ^d	89,4 ^b	118,9 ^a

Médias seguidas com mesma letra na linha ou coluna não diferem significativamente entre si, segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número de raízes das mudas de bambu (**Figura 9**) demonstra diferenças significativas entre os tratamentos e bastante interação entre os propágulos e as doses de

hidrogel aplicadas, sendo que os maiores valores foram encontrados na maior dose de hidrogel no propágulo disco em ambas as espécies. Verificou-se que a curva de regressão ajustada para este parâmetro de crescimento apresentou comportamento polinomial significativo em todos os propágulos de *Dendrocalamus asper*. Nos propágulos de *Bambusa vulgaris* var. *vittata*, o crescimento foi ajustado em polinomial nos propágulos rebrotação lateral + disco e rebrotação, enquanto que no propágulo disco a equação encontrada foi exponencial. A quantidade de raízes da muda é um parâmetro indicativo de qualidade da muda significando que maior quantidade de raízes, maior área de rizosfera, consequentemente maior alocação de água e absorção de nutrientes e vigor da muda.



Número de raiz (unid.); Tratamentos: 0 = testemunha (só terra), 1 = 1 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 2 = 2 g de hidrogel/litro de terra de subsolo, 3 = 3 g de hidrogel/litro de terra de subsolo e 4 = 4 g de hidrogel/litro de terra de subsolo.

Figura 9: Número de raiz (unid.) de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne (A) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. (B) produzidas por propagação assexuada em viveiro.

5. DISCUSSÃO

A incorporação do hidrogel à terra de subsolo proporcionou melhorias no crescimento e qualidade das mudas na propagação vegetativa por estaquia de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. em condições de viveiro. As duas espécies responderam de forma semelhante às doses de hidrogel, sendo a dose 4 g/litro de terra de subsolo no propágulo disco mais eficiente para todas as variáveis morfológicas de crescimento e qualidade das mudas nos dois experimentos. Na literatura ainda não há relatos de uso do hidrogel em propagação vegetativa de bambu, porém outros estudos também comprovaram ganhos no crescimento e qualidade de mudas em outras espécies florestais como *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg (SOUSA et al., 2013), *Eucalyptus urograndis* (NICOLETTI et al. 2014), *Eucalyptus dunnii* (NAVROSKI et al., 2014; NAVROSKI et al., 2015), *Corymbia citriodora* F. Muell (AZEVEDO et al., 2015), *Handroanthus ochraceus* (MEWS et al., 2015), *Aspidosperma parvifolium* A. DC. (MENEGATTI et al., 2017).

Todos estes autores, exceto Sousa et al., 2013, atribuem a melhoria no crescimento e qualidade das mudas às mudanças condicionadas pelo hidrogel nas características físicas e químicas dos substratos utilizados. Neste estudo de propagação de bambu, o ganho em crescimento das variáveis morfológicas em resposta as doses de hidrogel é semelhante a observada por outros autores (LOPES et al., 2010; MOREIRA et al., 2010, 2012; BERNARDI et al., 2012; BARBOSA et al., 2013; GADELHA et al., 2015; FELIPPE et al., 2016).

O hidrogel influenciou no desenvolvimento de propágulos vegetativos de bambu, tanto na parte externa ao solo (estacas, brotos, folhas) como na parte subterrânea (rizoma, raízes, brotos), sendo essencial na propagação clonal de *Dendrocalamus asper* e *Bambusa vulgaris* var. *vittata*. A dose 4 g/litro de terra de subsolo no propágulo disco influenciou diretamente o crescimento em altura, a emissão de brotações e folhas, maior incremento de peso seco da parte aérea e raiz. Schumacher et al. (2004), relatam que um maior desenvolvimento de variáveis morfológicas, maior alocação de peso de matéria seca da parte aérea e raiz é proporcionado pelo suprimento adequado de água e nutrientes, disponibilizados por doses adequadas de hidrogel, prolongando a umidade na rizosfera e minimizando os efeitos da desidratação do sistema radicular na propagação vegetativa de bambu (SARVAS, 2003; CORTÉZ et al., 2007).

Os pesos secos da parte aérea e raízes apresentaram significativa resposta ao uso da maior dose hidrogel (4 g). Estas variáveis são importantes no desenvolvimento das mudas de bambu, pois, quando estão bem enraizadas, elas apresentam maior capacidade de crescimento proporcionado pela maior disponibilidade de água. Além do mais, o uso do hidrogel reduz as perdas por percolação e lixiviação de nutrientes e melhora a aeração e drenagem do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas (ELOY et al., 2013).

A maior dose de hidrogel também influenciou o desenvolvimento das variáveis do sistema radicular das duas espécies de bambu. Maiores quantidades e comprimentos de raízes proporcionam maiores crescimento e estabelecimento das mudas em viveiro e no campo. De acordo com Thomas (2008), o hidrogel melhora o desenvolvimento dos padrões morfológicos das mudas, pois permite que as raízes cresçam por dentro dos grânulos do hidrogel, oferecendo maior superfície de contato entre raízes, água e nutrientes.

A utilização dos propágulos rebrotação lateral + disco, rebrotação lateral e disco juntamente com as doses de hidrogel proporcionaram desenvolvimento e melhorias nos padrões morfológicos de mudas produzidas por propagação clonal de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. em condição de viveiro. As duas espécies responderam de forma semelhante ao uso dos propágulos, sendo o propágulo disco mais eficiente em todas as variáveis morfológicas dos experimentos. Estudos de propagação vegetativa de bambu, em viveiro, utilizando estes tipos de propágulos, de acordo com a literatura, são inexistentes, no entanto, Saad et al. (2016) utilizaram estacas caulinares no estudo do crescimento de *Bambusa ventricosa*, encontraram melhores resultados na altura (cm), número de folhas, comprimento da folha (cm) em comparação com o controle e outros tratamentos. Vamil et al. (2011) utilizando estaquias primárias e secundárias caulinares de *Bambusa arundinacea* observaram diferenças significativas na altura (cm), número de brotos e número de folhas.

Fonseca et al., (2005) trabalhando com estacas de ramos secundários na propagação vegetativa de *Bambusa vulgaris* Schrad observaram valores superiores na emissão de brotos, folhas e desenvolvimento caulinar das estacas. Singh et al. (2011), trabalhando com estacas de *Dendrocalamus asper*, também observaram uma maior eficiência de crescimento em altura da parte aérea, número de brotos e número de folhas em estacas obtidas das porções basais caulinares. Fonseca (2007), avaliou a propagação com estacas de *Guadua angustifolia*

e concluiu que propágulos obtidos das partes basal e mediana da planta apresentaram maior capacidade de formação e crescimento de brotos e raízes. Araújo et al. (2005), trabalharam com estacas retiradas de colmos entre 1 e 2 anos de idade de *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl, verificaram que o maior índice de enraizamento e crescimento vegetativo ocorreu em estacas das posições basais e medianas, tanto nos ramos primários quanto nos secundários.

O propágulo disco neste estudo, proporcionou melhores resultados na propagação clonal de *Dendrocalamus asper* e *Bambusa vulgaris* var *vittata*. Este propágulo consiste de uma secção lenhosa do colmo com uma gema, constituído de água, reservas de carboidratos e nitrogênio (FACHINELLO et al. 2005). Características físico-químicas do propágulo que estão entre as mais apropriadas para a propagação vegetativa, pois proporcionam alto vigor, alta capacidade de enraizamento, rápido crescimento vegetativo, peso dos colmos, rizomas e sistema radicular, o que explica seu melhor desempenho em relação aos outros propágulos.

Os resultados encontrados neste estudo vão de encontro com o que relatam alguns autores. Hartmann et al., (2011), procuraram relacionar a capacidade de enraizamento e crescimento vegetativo dos propágulos com a relação carbono/nitrogênio (C/N) e descobriram que uma alta relação C/N propicia um maior enraizamento, mas com produção de uma pequena parte aérea. Por outro lado, em concentrações maiores de nitrogênio, a baixa relação C/N favorece o desenvolvimento vegetativo das estacas e mostra pouca formação de raízes. O uso dessa relação nem sempre propicia respostas satisfatórias, pois depende da quantidade destes nutrientes envolvidos e também do tipo de material propagativo utilizado. Com relação ao tipo de propágulo, estacas lenhosas proporcionam melhores resultados, devido à acumulação de substâncias de reservas e nitrogênio, neste caso pode ser atribuído a uma maior concentração de promotores de enraizamento e desenvolvimento vegetativo. Em estacas com presença de folhas o crescimento vegetativo fica prejudicado devido, provavelmente, a uma superfície transpiratória cuja taxa de perda de água é alta em condições de elevada temperatura (FACHINELLO et al., 2005).

A dimensão, idade, a forma do propágulo, bem como a utilização de ramos originados de rebrota de ramos secundários, como é o caso da rebrotação lateral, pode afetar de forma negativa o desenvolvimento das variáveis de crescimento e qualidade da muda devido à quantidade de reservas existente nestes ramos, o que explica a dificuldade de estabelecimento deste propágulo em viveiro. Reservas de carboidratos existentes nas estacas

são de grande importância para a formação de raízes, assim são correlacionadas as maiores porcentagens de enraizamento, brotações, sobrevivência e crescimento de mudas seminais e clonais de bambu (FACHINELLO et al., 2005).

6. CONCLUSÕES

A dose 4 g de hidrogel/litro de terra de subsolo proporcionou os melhores padrões morfológicos de crescimento de mudas clonais de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv.

O propágulo disco proporcionou melhores padrões morfológicos de crescimento de mudas de *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, E. M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. Journal of Advanced Research, v. 6, p. 105-121, 2015.

APOSTOL, K. G.; JACOBS, D. F.; DUMROESE, K. Root desiccation and drought stress responses of bareroot *Quercus rubra* seedlings treated with hydrophilic polymer root dip. Plant and Soil, v.315, p.229-240, 2009.

ARAÚJO, R. R; FONSECA, F. K. P. F; LEMOS, E. E. P. Produção massal de mudas de espécies de bambu por estaca em viveiro: efeito do tipo e posição original da estaca no enraizamento. In: Encontro de Iniciação Científica da Universidade Federal de Alagoas, 14. Maceió. Anais... Maceió: UFAL/PROPEP, 2005. Congresso Acadêmico da UFAL (2004: Maceió, AL). Excelência acadêmica com inclusão social [Recurso eletrônico], 13 a 17 de dezembro de 2004, Maceió, Brasil. 2005.

ARAÚJO, A.C. et al. Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro Formosa. Rev. Bras. de Agroecologia. 8(1): 210-216 (2013)

ARBONA, V.; IGLESIAS, D. J.; JACAS, J.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M.; CADENAS, A. G. Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants. Plant and Soil, v.270, p.73-82, 2005.

AZEVEDO. G. T. O. S; AZEVEDO. G. B; SOUZA. A. M; NERES. Y. X. C. Desenvolvimento de mudas de *Corymbia citriodora* HILL & JOHNSON submetida a diferentes doses de hidrogel. IV SEEFLOR-BA – Perspectivas das Florestas Plantadas Brasileira. 2015.

BARBOSA, T. C.; RODRIGUES, R. R.; COUTO, H. T. Z.; Tamanhos de recipientes e o uso de hidrogel no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas. *Hoehnea* v.40, n.3, p. 537-556, 2013.

BARDAJEE, G. R.; HOOSHYAR, Z. One-pot synthesis of biocompatible superparamagnetic iron oxide nanoparticles/ hydrogel based on salep: Characterization and drug delivery. *Carbohydrate Polymers*, v. 101, p. 741–751, 2014.

BERNARDI, M. R. et al. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. *Cerne*, Lavras, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012

BHERING, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.17: 187-190p, 2016.

BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. Avaliação de um polímero adsorvente a base de acrilamida no fornecimento de água em mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio. Piracicaba: IPEF, 2002. 8p. Circular técnica, 195.

CHHETRI, S e KUMAR., H. 2015. Effect of planting position on rhizogenesis in buddha belly bamboo (*Bambusa ventricosa*) under nursery condition. *Journal of nternational academic research for multidisciplinary*, 2, 2320-5083.

CORTÉS, A. B.; RAMÍREZ, I. X. B.; ESLAVA, L. F. B.; NIÑO, G. R. Evaluación de hidrogeles para aplicaciones agroforestales. *Revista Ingeniería e Investigación*, v.27, p.35-44, 2007.

CUSACK, V., 1999. *Bamboo world-The growing and use of clumping bamboos*. Austrália: Kangaroo Press. 46 pp.

ELOY, E.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. *Revista Floresta*, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 373 - 384, 2013.

FACHINELLO, J. C. HOFFMAN, A. NACHTIGAL, J. C. Propagação de plantas frutíferas. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2005. 221p

FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; SAMPIETRO, J. A.; FRIGOTTO, T.; ALBUQUERQUE, J. A.; MOTA, C. S.; PEREIRA, M. O. (2016). Efeito do hidrogel no crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii* submetidas a diferentes frequências de irrigação. *Floresta*, v. 46, n. 2, p. 215 - 225.

FILGUEIRAS, T. S.; CANTO-DOROW, T. S.; CARVALHO, M. L. S.; DÓREA, M. C.; FERREIRA, F. M.; MOTA, A. C.; OLIVEIRA, R. C.; OLIVEIRA, R. P.; REIS, P. A.; RODRIGUES, R. S.; SANTOS-GONÇALVES, A. P.; SHIRASUNA, R. T.; SILVA, A. S.; SILVA, C.; VALLS, J. F. M.; VIANA, P. L.; WELKER, C. A. D.; ZANIN, A.; LONGHI-

WAGNER, H. M. Poaceae. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <[http:// floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB193](http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB193)>. Acesso em 20 mai. 2015.

FONSECA, F. K. P.; ARAÚJO, R. R.; LEMOS, E. E. P. Produção massal de mudas de espécies de bambu por estaquia em viveiro: efeito da concentração de auxinas no enraizamento. In: Encontro de Iniciação Científica da Universidade Federal de Alagoas, 14. Anais... Maceió: UFAL/PROPEP, 2005. (publicação em andamento). Congresso Acadêmico da UFAL (2004: Maceió, AL). Excelência acadêmica com inclusão social [Recurso eletrônico], 13 a 17 de dezembro de 2004, Maceió, Brasil. 2005.

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

FORTH GEL® - TECNUTRI do Brasil, Tietê, SP, 2016.

GADELHA, F. H. L.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, R. C.; TAVARES, J. A. Produtividade de clones de eucaliptos em diferentes sistemas de manejo para fins energéticos. Pesquisa florestal brasileira, Colombo, v. 35, n. 83, p. 263-270, 2015.

GARNICA-PALAFIXA, I. M.; SÁNCHEZ-ARÉVALO, F. M. Influence of natural and synthetic crosslinking reagents on the structural and mechanical properties of chitosan-based hybrid hydrogels. Carbohydrate Polymers, v. 151, p. 1073-1081, 2016.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D.; DAVIS, F.; GENEVE, R. Plant propagation: principles and practices. 8ed. Boston: Prentice-Hall, 2011. 915p.

KOMATSU, Y.H.; BATAGIN-PIOTTO, K.D.; BRONDANI, G.E.; GONÇALVES, A.N.; ALMEIDA, M.A. In vitro morphogenic response of leaf sheath of *Phyllostachys bambusoides*. Journal of Forestry Research, v.22, n.2, p.209-215, 2011.

LEITÃO, T. E. M. F. S. et al. Avaliação de mudas de mamão submetidas á diferentes níveis de adubação nitrogenada. Revista Caatinga, v. 22, n. 3, p. 160-165, 2009.

LOPES, J. L. W.; SILVA, M. R.; SAAD, J.C.C.; ANGÉLICO, T. S. Uso de hidrogel na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas com diferentes substratos e manejos hídricos. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 217-224, 2010.

MENDES, S.C.; MOLICA, S.G.; FERREIRA, R.L.C.; CÉSPEDES, G.H.G. Absorção e distribuição de nutrientes em plantios comerciais de bambu (*Bambusa vulgaris*) no Nordeste do Brasil. Revista Árvore, v.34, n.6, p.991-999, 2010.

MENEGATTI, R. D.; GUOLLO, K.; NAVROSKI, M. C.; VARGAS, O. F. fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento inicial de *Aspidosperma parvifolium* A. DC. *Sci. Agrar. Parana.*, Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 1, p. 45-49, 2017.

MEWS, C. L.; SOUSA1, J. R. L.; AZEVEDO, G. T. O.; SOUZA, A. M. Efeito do Hidrogel e Ureia na Produção de Mudanças de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. *Floresta e Ambiente*. v. 22, n.1, p.107-116, 2015.

MOGNON, F.; RODRIGUES, A.L.; SANQUETTA, C.R.; DALLA CORTE, A.P.; NOVAES, A.B.; BLUM, C.T. Alocação e modelagem da biomassa em *Dendrocalamus asper*. *Floresta*, v.45, n.1, p.1-10, 2015.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; CRUZ, M. C. M.; VILLAR, L.; HAFLE, O. M. Ácido indolbutírico e polímero hidroabsorvente no enraizamento de estacas de amoreira-preta. *Scientia Agraria Paranaensis*, v.11, n.1, p.74-81. 2012.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; CRUZ, M. C. M.; VILLAR, L.; HAFLE, O. M. Efeito de doses de polímero hidroabsorvente no enraizamento de estacas de amoreira. *Revista Agrarian*, v.3, n.8, p.133-139, 2010.

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

MUNHOZ CBR, FELFILI JM. Fenologia do estrato herbáceo-subarbusivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Acta Botânica Brasileira* 2005; 19(04): 979-988.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO M. M.; FIOR, C.S.; CUNHA, F.S.; BERGHETTI, A.L.P.; PEREIRA, M.O. (2015). Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Scientia Forestalis*, v.43, n.106, p.467-476.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; CUNHA, F. S.; BERGUETTI, A. L. P.; PEREIRA, M. O. Influência do polímero hidrorretentor na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus dunnii* sob diferentes manejos hídricos. *Nativa*, v.02, n.2, p.108-113, 2014

NETO, M.C.L.; NETO, E.B.; BARRETO, L.P.; SILVA, J.A.A. Exportação de macronutrientes em cultivos comerciais de bambu no tabuleiro costeiro do estado da Paraíba. *Revista Árvore*, v.34, n.2, p.251-257, 2010.

NICOLETTI, M. F.; NAVROSKI, M. C.; ANDRIOLLO, K.; PEREIRA, M. O.; FRIGOTTO, T. Efeito do hidrogel no enraizamento e crescimento inicial de miniestaca do híbrido *Eucalyptus urograndis*. *Cultivando o Saber, Cascavel*, v. 7, n. 4, p. 353 - 361, 2014.

- OSTAPIV, F.; FAGUNDES, E.D. Perspectivas para o desenvolvimento da cultura e da cadeia produtiva do bambu no Paraná, tendo como referência a inovação, a educação tecnológica e o modelo produtivo chinês. *Revista Científica de Educação*, v.9, n.9, p.41-53, 2007.
- PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A.L. *Bambu de corpo de alma*. Bauru, SP: Editora Canal 6, 2007. 239p.
- PRADO, R. M. *Nutrição de plantas*. São Paulo: UNESP. 2008. 407 p.
- RAY S. S, ALI M. N (2016). Evaluation of Inexpensive Bedding Materials for Culm Cutting of *Bambusa balcooa* Roxb. and Its Field Performance. *J Biotechnol Biomater* 6: 227. doi:10.4172/2155-952X.1000227
- SAAD. M., KUMAR. H; UMRAO. R. Effect of the Different Growth Regulators on Vegetative Propagation of Buddha Belly Bamboo (*Bambusa ventricosa*). 1310. *Advances in Life Sciences* 5(4), 2016.
- SALGADO, Antônio Luiz de Barros et al. *Instruções Técnicas sobre o Bambu*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1992. 43 p. (Boletim Técnico, 143).
- SARVAS, M.; PAVLENDÁ, P.; TAKÁCOV, E. Effect of Hydrogel application on survival and growth of pine seedlings in reclamations. *Journal of Forest Science*, v.5, p.204-209, 2007.
- SARVAS, M. Effect of desiccation on the root system of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) Seedlings and a possibility of using hydrogel STOCKOSORB® for its protection. *Journal of Forest Science*, v.11, p.531-536, 2003.
- SCHUMACHER, M. V. et al. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan). *Revista Árvore*, v. 28 n. 1, p. 149-155, 2004. DOI: 10.1590/S0100-67622004000100019.
- SINGH, S.R.; SINGH, R.; KALIA, S.; DALAL, S.; DHAWAN, A.K.; KALIA, R.K. Limitations, progress and prospects of application of biotechnological tools in improvement of bamboo – a plant with extraordinary qualities. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, v.19, n.1, p.21-41, 2013.
- SINGH, S. R. et al. Micropropagation of *Dendrocalamus asper* {Schult. & Schult. F.} Backer ex k. Heyne): an exotic edible bamboo. *Society for Plante Biochemistry and Biotechnology*. Published online:13. 2011.
- SORENG, R. J.; PETERSON, P. M.; ROMASCHENKO, K.; DAVIDSE, G.; ZULOAGA, F. O.; JUDZIEWICZ, E. J.; FILGUEIRAS, T. S.; DAVIS, J. I.; MORRONE, O. A

worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae). *Journal of Systematics and Evolution*, v.53, p.117-137, 2015.

SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; SOUSA, J. R. L.; MEWS, C. L.; SOUZA, A. M. Incorporação de polímero hidro-retentor no substrato de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 9, n. 16; p. 1270 - 1278, 2013.

SOUZA, E.B. Estudo da viabilidade técnica para o cultivo de bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) em Planaltina-DF. Planaltina: Faculdades Integradas – UPIS, 2010. 89p. (Boletim Técnico).

STAPLETON. C. M. A (1985) Studies on vegetative propagation of *Bambusa* & *Dendrocalamus* species by culm cuttings, recent research on bamboos. *Proceedings of the International Bamboo Workshop*.

TAVAKOL, M. et al. Synthesis and characterization of an in situ forming hydrogel using tyramine conjugated high methoxyl gum tragacanth. *Biomaterials Applications*, v. 30, p. 1016-1025, 2016.

THOMAS, D. S. Hydrogel applied to the root plug of subtropical eucalypt seedlings halves transplant death following planting. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 255, n. 3-4, p. 1305-1314, 2008.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E. O. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). *Ciência Florestal*, v. 23, n. 3, p. 401-409, 2013.

ULLAH, F.; OTHMAN, M. B. H.; JAVED, F.; AHMAD, Z.; AKIL, H. M. D. Classification, processing and application of hydrogels: A review. *Materials Science and Engineering C*, v. 57, p. 414–433, 2015

VALE, G. R. F.; CARVALHO, S. P.; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. *Coffee Science*, v.1, p.7-13, 2006.

VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S.; CARVALHO, J. A.; FERREIRA, R. S.; OLIVEIRA, S. Substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro em tubetes na presença de hidroretentor. *Ciência e Agrotecnologia*, v.28, p.593-599, 2004.

VAMIL, R., ANIAT-UL-HAQ, R. K. A., SHARMA. R Effect of certain plant growth regulators on the seedling survival, biomass production and proline content of *Bambusa arundinacea*. *Science Research Reporter* 1(2):44 - 48, Sept. 2011.

CAPÍTULO 4 – CRESCIMENTO E ESTABELECIMENTO DE UMA COLEÇÃO DE BAMBU E SUA CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA

1. INTRODUÇÃO

O bambu é um vegetal que, atualmente, está em foco e sendo bastante estudado muito em razão do seu alto poder de regeneração, rápida colonização, comportamento altamente expansivo, consequentemente ocupando extensas áreas de florestas com ocorrência dominante, surgindo como uma alternativa às outras espécies nativas substituindo a madeira devido à sua estrutura fisiológica ser constituída de tecido lenhoso. É considerado uma planta muito versátil sob o ponto de vista de uso, aplicação, produtos e serviços ambientais, sendo conhecido como a “planta dos mil usos” (INBAR, 2014).

Os bambus têm sido reconhecidos como um grupo de espécies promissoras em função de sua rápida capacidade de sequestro de carbono atmosférico, entre outras possibilidades de utilização, dadas as suas excelentes propriedades físicas e mecânicas (BONILLA et al., 2010). Tais espécies compreendem um grupo de plantas pertencentes à família das gramíneas (Poaceae, subfamília Bambusoideae), representada por 1600 espécies, distribuídas em 121 gêneros, sendo que a maioria delas são de rápido crescimento, atingindo maturidade por volta dos 5 anos. Existem na América Latina aproximadamente 270 espécies de bambus, distribuídas em 18 gêneros (LIN et al., 2012; KELCHNER, 2013; CHAOWANA, 2013). No Brasil estão descritas aproximadamente 232 espécies, que correspondem a aproximadamente 89% de todos os gêneros e 65% das espécies da América do Sul (PEREIRA e BERALDO, 2007).

Nos últimos anos, o aumento do conhecimento e da pesquisa sobre alguns aspectos das espécies de bambu tem tido um impacto econômico significativo, originando novos usos industriais, tais como painéis estruturais e produção de papel e celulose. No entanto, o escasso conhecimento científico sobre as espécies de bambu, especialmente no que se refere ao seu melhoramento através de testes de progênies com estimação de parâmetros genéticos de crescimento e seleção de indivíduos, tem restringindo o pleno desenvolvimento da cultura nesta área. Soma-se a isso o fato de serem necessários muitos anos para que essas espécies de bambu atinjam maturidade reprodutiva e fenotípica, bem como a escassez de mapas genéticos que permitam identificar parentais adequados, inibindo programas de melhoramento com este vegetal (RESENDE, 2007b; TRUONG; LE, 2014).

Além dos fatores citados anteriormente, as espécies de bambu são muito importantes em cadeias produtivas, tendo em vista as suas características genotípicas de maior ganho de produtividade e qualidade, tornando-se necessário também conservá-las *ex situ* visando a manutenção de genes ou complexos de genes em condições externas a seu habitat (VALOIS et al., 2001). Diante disto, torna-se importante também, instalações, avaliações e análises de coleção de bambu a campo, na forma de testes de seleção de progênies (ARAÚJO et al., 2014; SEBBENN et al., 2009, PIRES et al., 2014; FREITAS et al., 2008b; MORAES et al., 2012). Uma das vantagens de se utilizar delineamentos experimentais para a conservação genética *ex situ* de bambu é a possibilidade de se estimar parâmetros genéticos e, portanto, monitorar a variabilidade genética de caracteres quantitativos ao longo do tempo. Outra vantagem é a possibilidade de utilizar o material genético em programas de melhoramento florestal.

A conservação genética *ex situ* de espécies de bambu não é tão simples, devido às suas características ecológicas, principalmente formas de crescimento (entouceirante e alastrante), devendo-se necessariamente levar em consideração o momento ideal para a instalação de coleção de germoplasma, a densidade de plantio, a utilização de espécies adequadas às regiões de plantio e variáveis edafoclimáticas. Dessa forma, são necessários estudos básicos que tenham por objetivo avaliar a variabilidade genética para os principais caracteres de crescimento (MORAES et al., 2012).

Os testes de progênies através da seleção são instrumentos importantes para o melhoramento e conservação genética de espécies de bambu, pois permitem a estimativa de parâmetros genéticos e seleção de progênies e indivíduos superiores dentro da coleção, permitindo ainda o monitoramento da variabilidade genética ao longo do tempo.

Dessa forma, estudos e pesquisas com o melhoramento genético de diferentes espécies de bambu a campo tem como principais objetivos o aumento da produtividade, obtenção de matéria-prima de maior qualidade, a melhoria das condições adaptativas das espécies, a tolerância a estresse hídrico e ainda a manutenção da variabilidade genética, requisitos fundamentais para a obtenção de ganhos genéticos em longo prazo e para o desenvolvimento desta importante área.

2.OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o crescimento e estabelecimento de uma coleção de bambu em condição *ex situ* e caracterizar geneticamente tendo como propósito subsidiar uma futura seleção de material genético.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o crescimento e estabelecimento das mudas em campo;
- Caracterizar a variabilidade genética da coleção através de parâmetros genéticos;

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

O experimento foi implantado em uma área na Fazenda Água Limpa - FAL, pertencente à Universidade de Brasília, localizada no Distrito Federal, a 15° 56' S e 47° 46' W, altitude de 1.100 m. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen e caracteriza-se por duas estações bem definidas, sendo uma estação quente e chuvosa (de outubro a abril) e outra fria e seca (de maio a setembro). A temperatura média anual máxima é de 28,5 °C e a média anual mínima de 12,0 °C. Seu clima, assim como em todo o Distrito Federal, apresenta uma sazonalidade acentuada, com estações seca e chuvosa distintas. O inverno é seco e as chuvas predominam no verão (MUNHOZ e FELFILI, 2005).

3.2. Materiais vegetais

A seleção das espécies utilizadas no experimento fundamentou-se em critérios estabelecidos com base em revisão de literatura, considerando os sistemas de crescimento paquimorfo, também denominado entouceirante ou simpodial, formas de propagação, rusticidade, dimensão, condições de plantio, ecologia e principalmente, a disponibilidade de mudas. Levou-se em consideração também as informações destas espécies que se desenvolvem bem em climas tropicais e por serem pouco invasoras e, portanto, manterão-se confinadas no seu espaçamento definido, evitando competição com outras culturas no mesmo local.

Dessa forma, foram definidas as sete espécies utilizadas na pesquisa, distribuídas nos gêneros *Bambusa* Schreb com as espécies *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl., *Bambusa vulgaris* var. *vittata*, *Bambusa oldhamii* Munro; *Dendrocalamus* Nees com as

espécies *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Dendrocalamus latiflorus* e *Guadua* Kunth com as espécies *Guadua angustifolia* Kunth e *Guadua chacoensis* (Rojas) Londoño & Peterson.

A espécie *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl., originária da Ásia tropical, apresenta colmos retos, que medem de 15 a 25 m de altura e amplitude diamétrica de 7 a 15 cm, sendo este também simpodial. As folhas são glabras e medem de 6 a 30 cm de comprimento por 1 a 4 cm de largura. O colmo, de cor verde brilhante, tem paredes de 7 a 15 mm de espessura. Os internós distam de 20 a 45 cm e os nós são ligeiramente protuberantes e desenvolvem vários ramos, sendo um deles dominante. As folhas caulinares são decíduas. É o bambu mais utilizado do mundo, sobretudo em móveis e na indústria de papel. Apresenta potencial para reabilitação de solos degradados e adapta-se a áreas semiúmidas (PEREIRA e BERALDO, 2007).

A espécie *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv., exótica originária da Índia e China, apresenta como uma fonte de biomassa energética com grande potencial, uma vez que o seu crescimento é bastante acelerado. Possui altura que vai até 30 metros, diâmetro do caule de 20 a 25 cm e folhas alongadas e com nervuras paralelas. Também conhecido como bambu-brasil, brasileirinho, bambu-brasileiro (em razão da cor verde e amarela) e de bambu-imperial, o *Bambusa vulgaris vittata* tem indiscutivelmente um grande apelo estético a seu favor, por causa de suas cores. Difere da cultivar típica pelos entrenós de coloração amarelo-intenso a amarelo-esverdeado com estrias verde-escuras desiguais. É tolerante à exposição direta ao sol e desenvolve-se bem em ambientes secos, porém cresce mais vigoroso em condições de boa disponibilidade de água e suporta até -2°C. Pode ser propagada por estaquia ou parcelamento do colmo (CUSACK, 1999).

Bambusa oldhamii Munro é uma espécie exótica nativa do sul da China, apresenta colmos lenhosos eretos, minimamente arqueados no ápice, que podem chegar a 15 m de altura e 8 cm de diâmetro, sendo um bambu simpodial (GRECO, 2013). Desenvolve-se bem em solos arenosos, sendo tolerante à exposição direta ao sol. É utilizada na fabricação de polpa e seus brotos são comestíveis.

Dendrocalamus latiflorus também conhecido como Bambu Gigante de Taiwan, é uma espécie gigante de clima tropical e subtropical úmido, nativa do Sul da China e Taiwan. Usado em construções diversas, móveis, produção de papel e celulose e seus brotos são

utilizados na culinária. Possui colmos com espessura de paredes entre 5-30mm, altura entre 14-25m e diâmetro entre 8-20cm, entrenós entre 20-70 cm de comprimento com coloração verde clara. Ocorre em áreas elevadas de até 1.000 m e com temperaturas muito baixas, elevada precipitação, desenvolvendo melhor em solos férteis úmidos e arenosos. Nos trópicos, pode ser cultivado em áreas baixas e altas, em os solos muito argilosos.

Dendrocalamus asper (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne, é uma espécie exótica natural da Índia, Tailândia, Vietnã, Malásia, Indonésia, Filipinas entre outras regiões tropicais e subtropicais, preferindo solos férteis. Bambu simpodial, com colmos que apresentam altura de 20 a 30 m e diâmetro que pode variar de 8 a 20 cm (PEREIRA e BERALDO, 2007). Usado em construções diversas, móveis, bem como na alimentação, sendo uma das melhores espécies de bambu para produção de brotos comestíveis. Apresenta alto potencial como regenerador ambiental.

Guadua angustifolia Kunth, é uma espécie nativa originária da Colômbia, Venezuela, Equador e da região norte do Brasil, ocorrendo tanto em regiões tropicais como subtropicais, em solos ricos a médios (LONDOÑO, 2010). *Guadua angustifolia* destaca-se dentro do gênero *Guadua* pelas suas propriedades físicomecânicas, sendo aplicado na construção civil e na fabricação de aglomerados e laminados (BARROS, 2007). É um bambu lenhoso que apresenta colmos robustos, com espinhos nas gemas, com faixas brancas na região dos nós e folhas caulinares de formato triangular. Seus colmos podem atingir 30 m de altura e 25 cm de diâmetro. Apresenta alto potencial como regenerador ambiental (PEREIRA e BERALDO, 2007).

A espécie *Guadua chacoensis* (Rojas) Londoño & Peterson é um bambu simpodial nativo da América do Sul. Seus colmos são retos e inclinam-se no ápice, podem atingir 20 m de altura e ter diâmetro de 10 a 12 cm. Os internós apresentam distância de 20 a 40 cm, são ocos e possuem paredes grossas. Distribuem-se ao norte da Argentina, sudeste da Bolívia e região sul do Paraguai e sul do Brasil, ocorrendo ao longo de rios. É utilizado em construções rurais e artesanato, e mostra-se importante no controle de erosão e proteção de matas ciliares (LINDHOLM e PALM, 2007).

3.3. Obtenção das mudas

As mudas de *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl., *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. e *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne)

foram obtidas do experimento de propagação assexuada deste mesmo trabalho de pesquisa. Já as mudas de *Bambusa oldhamii* Munro, *Dendrocalamus latiflorus*, *Guadua angustifolia* Kunth e *Guadua chacoensis* (Rojas) Londoño & Peterson foram disponibilizadas pelo viveiro da EMBRAPA- CENARGEN, as quais foram obtidas de propagação por estaquia. Todas as mudas utilizadas na coleção ex-vivo de bambu, foram acondicionadas em sacos pretos de polietileno (25x35cm) com capacidade volumétrica de 875 cm³ e tiveram como substrato terra de subsolo mais substrato comercial Bioplant® na proporção de 1:1. Para irrigação foi utilizada o sistema de micro aspersores, irrigando periodicamente no início da manhã e no final da tarde sendo que as mudas passaram por 120 dias no viveiro.

3.4. Instalação do experimento

A instalação do experimento procedeu-se com a limpeza completa da área para implantação da coleção *ex-situ* de bambu e os procedimentos foi a passagem de uma lâmina com trator de esteira na superfície do solo em um dia seco, sem chuva com o objetivo de retirar da área toda a vegetação *ex-situ* e morta, deixando a área plana e livre de restos vegetais. A marcação das covas foi feita de acordo com o espaçamento (5,0 m x 4,5 m), onde foi realizado o esquadramento, observando o local de cada cova, onde as mesmas foram previamente demarcadas com estaca de sinalização. A partir desta demarcação, foram abertas as covas, com 30 cm de profundidade por 30 cm de diâmetro utilizando-se uma cavadeira manual. A adubação de cobertura foi realizada a base de macronutrientes, 150g de NPK na fórmula 20 – 05 - 20 adicionados à cova, conforme recomendado por Pereira e Beraldo (2007).

Procedeu-se o plantio das mudas diretamente nas covas a campo. Após 30 dias do plantio foi feito um replantio de modo a permitir um bom estabelecimento das mudas na coleção *ex-situ* de bambu. No décimo segundo mês de plantadas foi feito uma limpeza nas entre linhas com roçadeira mecânica e coroamento eliminando ervas daninhas ao redor das plantas de bambu.

3.5. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi implantado considerando-se rotinas de clones (espécies) não aparentados em DBC (delineamento em blocos casualizados), contendo 7 tratamentos por bloco, cada tratamento com 1 espécie de bambu, sendo 3 repetições de 5 plantas, totalizando 15 plantas por espécie em cada bloco. A área experimental foi instalada em 3 blocos de 25 m de largura por 94,5 m de comprimento (2 362,5 m²) cada bloco dividido em 7 parcelas com dimensões de 13,5 m x 25 m (337,5 m²) com 15 plantas por parcela, totalizando 315 plantas (7087,5 m²) em toda a área experimental. Cada bloco conteve todos os tratamentos, que foram distribuídos aleatoriamente e cada tratamento foi repetido igualmente em cada bloco, conforme as premissas deste tipo de delineamento. Conforme Banzatto e Kronka (2006), este delineamento é utilizado quando as condições experimentais são sabidamente heterogêneas ou se houver dúvidas quanto à homogeneidade. Assim, deve-se usar o princípio do controle local, estabelecendo, então os blocos, que são grupos de parcelas homogêneas, procedendo-se com uma única medição, em um único ambiente (Modelo 2) (RESENDE, 2007a).

Disposição experimental das espécies de bambu

Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
<i>Bambusa vulgaris var vittata</i>	<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Bambusa vulgaris var vittata</i>
<i>Dendrocalamus latiflorus</i>	<i>Bambusa oldhamii</i>	<i>Bambusa vulgaris</i>
<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Dendrocalamus asper</i>
<i>Bambusa vulgaris</i>	<i>Dendrocalamus latiflorus</i>	<i>Bambusa oldhamii</i>
<i>Guadua chacoensis</i>	<i>Guadua chacoensis</i>	<i>Guadua angustifolia</i>
<i>Bambusa oldhamii</i>	<i>Dendrocalamus asper</i>	<i>Dendrocalamus latiflorus</i>
<i>Dendrocalamus asper</i>	<i>Bambusa vulgaris var vittata</i>	<i>Guadua chacoensis</i>

Figura 1 – Desenho esquemático do delineamento experimental

3.6. Coleta e obtenção dos dados

Foi realizada uma avaliação aos 360 dias a fim de conhecer o desenvolvimento da coleção, sendo que as variáveis genéticas e morfológicas de crescimento avaliadas foram, a área da base da touceira de bambu (ABT), que foi dada em metros quadrados (m²). Com auxílio de uma fita métrica na posição basal da planta foi tomado seu perímetro. Considerando-se que a base da touceira de bambu tem forma circular, o perímetro foi transformado em área da base da planta, obtida através da fórmula $A = \pi r^2$. Essa variável permite conhecer qual espécie de bambu apresenta maior ocupação espacial no terreno, proporcionando informações comportamentais de crescimento (MOGNON et al., 2015).

Outra variável analisada foi a área de cobertura da touceira de bambu (ACT) dada em metros quadrados (m²), obtida também através da fórmula $A = \pi r^2$. Essa variável resultou da média de duas medidas de diâmetro da “copa” tomadas de forma cruzada, também com auxílio de uma fita métrica (MOGNON et al., 2015). Essa variável pode ser correlacionada com as demais informações biométricas da planta a fim de compreender o crescimento das mesmas. Outra variável de crescimento analisada foi à altura da planta (HPA) que foi obtida com auxílio de uma régua graduada posicionada verticalmente ao lado da touceira de bambu, conforme.

A densidade de colmos por touceira de bambu (DCT) também foi avaliada como variável de crescimento, apenas para colmos maiores que 50 cm de altura. Esse procedimento foi utilizado para distinguir colmos de brotações, ou seja, brotos que não superaram a altura mínima, não foram considerados colmos (MOGNON et al., 2015).

Para a avaliação do crescimento das variáveis morfológicas por espécie, foram mensuradas todas as plantas de cada parcela nos três blocos do experimento, sendo que os dados obtidos foram submetidos à análise estatística de variância (ANOVA) e posteriormente realizado o teste Tukey comparativo de médias a 5% de probabilidade de erro para os parâmetros que demonstraram diferenças estatísticas significativas. O programa estatístico utilizado foi o RBio: Biometria no R (BHERING, 2016).

Na avaliação genética foi utilizado o modelo: $y = Xr + Zg + Wp + e$, em que y : vetor de dados, r : vetor dos efeitos fixos de repetição somados à média geral, g : vetor dos efeitos aleatórios genotípicos, p : vetor de efeitos aleatórios de parcelas e e : vetor dos efeitos

aleatórios dos resíduos. As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos (RESENDE, 2007a).

A partir dessas análises foram obtidas as significâncias dos efeitos aleatórios dos modelos pelo teste da razão da verossimilhança (LRT) e as análises de *deviances*. As estimativas de acurácia e componentes de variância foram obtidas em nível de ambiente. Os valores genotípicos (m+g) de todos os clones foram preditos via BLUP (RESENDE, 2007b). Todas as análises estatísticas dos parâmetros genéticos foram realizadas no programa computacional Seleção Genética Computadorizada – SELEGEN (RESENDE, 2007a).

5. RESULTADOS

5.1. Padrões morfológicos de crescimento

Os dados mensurados do crescimento e estabelecimento das mudas de bambu mostraram a ocorrência de significância entre as diferentes espécies e também entre os blocos em todas as variáveis analisadas (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Análise de variância (ANOVA) de características morfológicas de crescimento em touceiras de coleção de bambu.

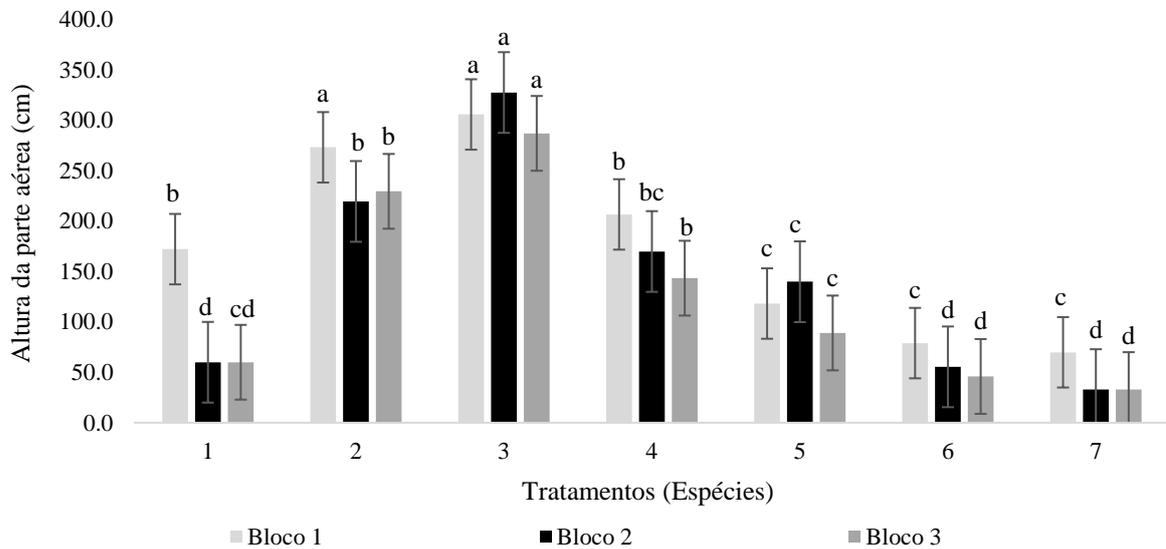
FV	Valores dos quadrados médios (QM)					
	GL	HPA	NB	ABT	ACT	DCT
Tratamentos (A)	6	27858,3**	91,7**	0,076**	0,5**	17,9**
Blocos (B)	2	4698,9**	24,1**	0,192**	0,4**	3,2 ^{ns}
Resíduos	12	673,4	10,5	0,007	0,8	9,1
Média Geral		174,9	14,2	0,070	1,9	8,84
C.V (%)		17,7	26,8	15,9	27,8	36,7

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; HPA: altura da parte aérea (cm); NB: número de brotos (unid.); ABT: área da base da touceira (m²); ACT: área de cobertura da touceira (m²) DCT: diâmetro de coleto; DCT: densidade de colmos/touceira (unid.); CV: coeficiente de variação; ** Significância da análise de variância a 5% de probabilidade de erro (pr > fc); ns: não significativo; pr: probabilidade de significância; fc: fator F calculado.

A espécie *Bambusa vulgaris* var. *vittata* (**Figura 2**) apresentou os maiores valores de parte aérea em relação às demais nos três blocos, variando de 287 a 327,5 cm. A espécie *Bambusa vulgaris* também apresentou valores de alturas superiores a 200 cm, variando de 273,16 a 219,5 cm. Os menores valores médios foram encontrados nas mudas das espécies *Bambusa oldhamii*, *Guadua angustifolia* e *Guadua chacoensis*, com valores inferiores a 80 cm.

No bloco 3 foi observado a presença de mudas com menores valores de parte aérea em seis espécies: *Bambusa oldhamii*; *Bambusa vulgaris* var. *vittata*; *Dendrocalamus asper*;

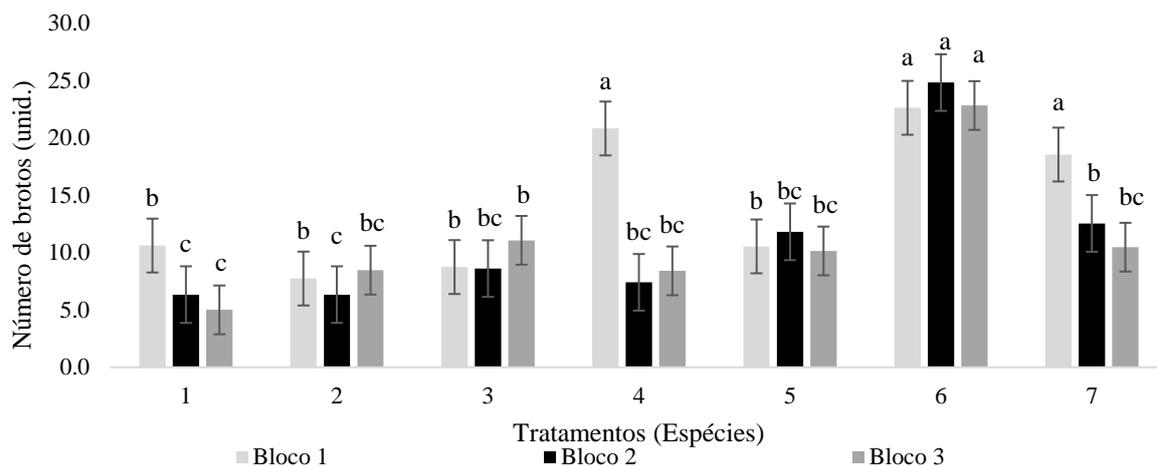
Dendrocalamus latiflorus; *Guadua angustifolia*; *Guadua chacoensis*. Já no bloco 1 foram observadas as mudas com maiores alturas em 5 espécies: *Bambusa oldhamii*; *Bambusa vulgaris*; *Dendrocalamus asper*; *Guadua angustifolia*; *Guadua chacoensis*.



Letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$); Tratamentos: 1 - *Bambusa oldhamii*; 2 - *Bambusa vulgaris*; 3 - *Bambusa vulgaris* var. *vittata*; 4 - *Dendrocalamus asper*; 5 - *Dendrocalamus latiflorus*; 6 - *Guadua angustifolia*; 7 - *Guadua chacoensis*.

Figura 2 – Crescimento em altura da parte aérea da touceira (cm)

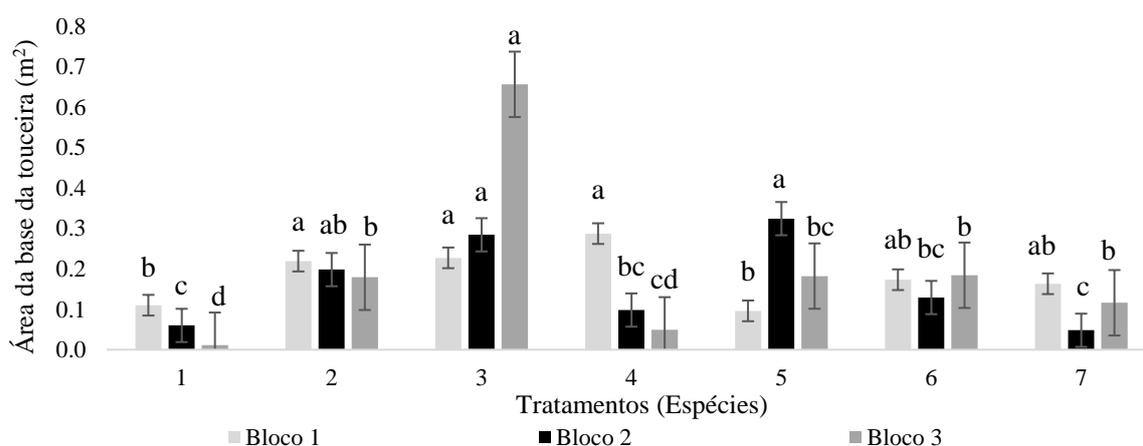
A espécie *Guadua angustifolia* apresentou o maior número de brotos, quando comparada com as demais, isto nos três blocos, variando de 22 a 24 (**Figura 3**). Já as espécies *Dendrocalamus asper* e *Guadua chacoensis* apresentaram também valores altos no bloco 1. Os menores valores foram encontrados nas espécies: *Bambusa oldhamii*; *Bambusa vulgaris*; *Bambusa vulgaris* var. *vittata*; *Dendrocalamus latiflorus*. As mudas com menores valores apresentaram um número de brotos inferior a 7, com destaque para a espécie *Bambusa oldhamii*.



Letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$); Tratamentos: 1 - *Bambusa oldhamii*; 2 - *Bambusa vulgaris*; 3 - *Bambusa vulgaris* var. vittata; 4 - *Dendrocalamus asper*; 5 - *Dendrocalamus latiflorus*; 6 - *Guadua angustifolia*; 7 - *Guadua chacoensis*.

Figura 3 – Crescimento em número de brotos (unid.) das espécies de bambu da coleção.

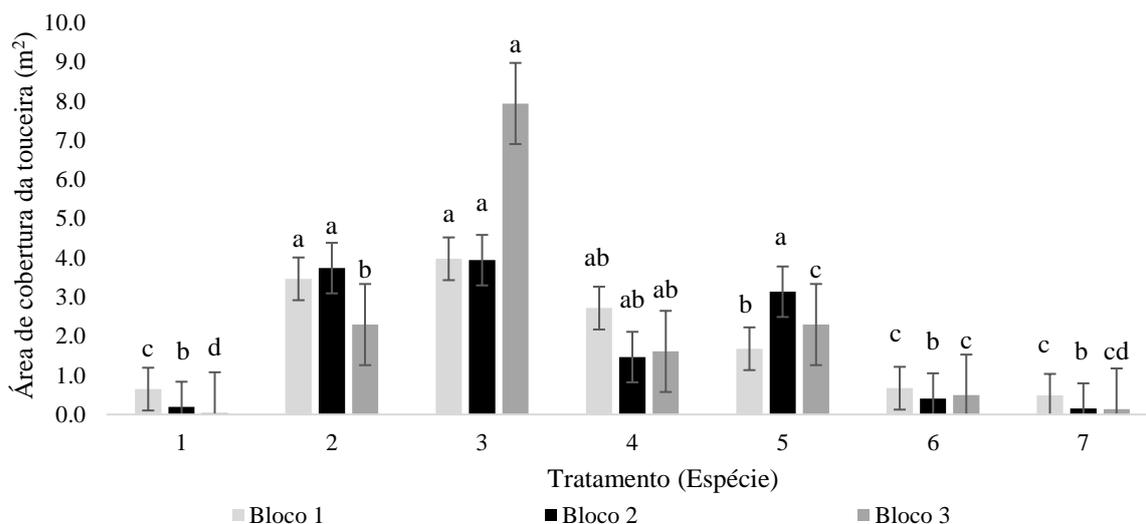
Os resultados médios da variável área da base da touceira (**Figura 4**) mostraram maiores valores para a espécie *Bambusa vulgaris* var. vittata com os valores 0,227; 0,284 e 0,656 m² nos três blocos. Maiores valores médios da base da touceira foram obtidos nas espécies *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus asper*, ambas no bloco 1 e *Dendrocalamus latiflorus* no bloco 2. Já o menor valor foi encontrado na espécie *Bambusa oldhamii* no bloco 2. Todas as espécies de bambu constituinte da coleção possuem hábito de crescimento simpodial, portanto, são bambus entouceirantes. Neste caso, os novos colmos se desenvolvem, em sua maioria, na periferia da touceira, ampliando significativamente a área da base da touceira.



Letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$); Tratamentos: 1 - *Bambusa oldhamii*; 2 - *Bambusa vulgaris*; 3 - *Bambusa vulgaris* var. vittata; 4 - *Dendrocalamus asper*; 5 - *Dendrocalamus latiflorus*; 6 - *Guadua angustifolia*; 7 - *Guadua chacoensis*.

Figura 4 – Área da base da touceira (m²)

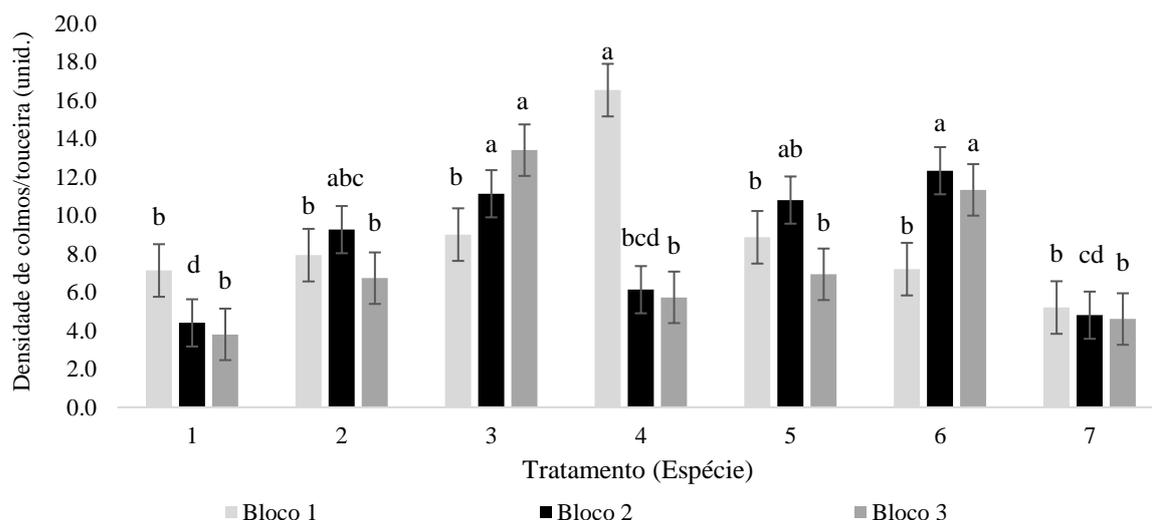
Avaliando o comportamento da variável área de cobertura da touceira das espécies estudadas (**Figura 5**), verificou-se que o *Bambusa vulgaris* var. *vittata* apresentou o maior valor médio nos três blocos 3,976; 3,941 e 7,942 m². As espécies *Bambusa vulgaris* (tratamento 2, blocos 1 e 2) e *Dendrocalamus latiflorus* (tratamento 5, bloco 2) também apresentaram valores médios maiores nos blocos, sendo que as espécies *Bambusa oldhamii*, *Guadua angustifolia* e *Guadua chacoensis* apresentaram os menores valores nos blocos 1 e 3.



Letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$); Tratamentos: 1 - *Bambusa oldhamii*; 2 - *Bambusa vulgaris*; 3 - *Bambusa vulgaris* var. *vittata*; 4 - *Dendrocalamus asper*; 5 - *Dendrocalamus latiflorus*; 6 - *Guadua angustifolia*; 7 - *Guadua chacoensis*.

Figura 5 – Área de cobertura da touceira (cm²)

Quanto ao crescimento da variável densidade de colmos por touceira (**Figura 6**), verificou-se que a espécie *Dendrocalamus asper* obteve o maior valor médio (16,53 colmos no bloco 1), *Bambusa vulgaris* var. *vittata* (11,13 colmos no bloco 2 e 13,40 colmos no bloco 3) e *Guadua angustifolia* (12,33 colmos no bloco 2 e 11,33 colmos no bloco 3). As espécies com menores densidade de colmos por touceira foram *Bambusa oldhamii* (4,40 colmos) e *Guadua chacoensis* (4,80 colmos), ambas no bloco.



Letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$); Tratamentos: 1 - *Bambusa oldhamii*; 2 - *Bambusa vulgaris*; 3 - *Bambusa vulgaris* var. vittata; 4 - *Dendrocalamus asper*; 5 - *Dendrocalamus latiflorus*; 6 - *Guadua angustifolia*; 7 - *Guadua chacoensis*.

Figura 6 – Densidade de colmos/touceira (unid.)

5.2. Padrões genéticos de crescimento

As estimativas de acurácia relativa (Tabela 02) variaram de 0,07 a 0,98. As maiores estimativas foram encontradas para altura da parte aérea (0,98), número de brotos (0,94), e densidade de colmos/touceira (0,70). Indicando que estas características apresentaram confiabilidade para prever valores genotípicos. As demais características (área de base e cobertura da touceira) apresentaram valores abaixo de 15%, o que indica pouca confiabilidade nesta predição.

As análises de *deviances* para os clones individualmente e dentro das parcelas nos blocos apresentaram significância para altura da parte aérea e número de brotos. Nas demais variáveis o efeito significativo só foi verificado nas parcelas, e não nos clones. Assim, pode-se inferir que houve variação genética no crescimento e estabelecimento das mudas, e possibilidade de no futuro, à partir de outras avaliações a obtenção de ganhos com a seleção.

A variância genotípica apresentou maior valor na variável altura da parte aérea, seguida das variáveis: número de brotos e densidade de colmos (**Tabela 3**). As demais variáveis apresentaram valores próximos a zero, indicando a não detecção de variação genética entre os materiais genéticos testados. Embora esta variação não seja observada nestas características mensuradas (área da base e área de cobertura da touceira), por se tratar de sete espécies diferentes de bambu, seja necessário nas futuras medições optar por variáveis de mensuração que melhor expressem a variação genética do material, uma vez que esta é esperada, considerando a diversidade desta coleção de bambu.

Embora o experimento tenha sido implantado no mesmo local, foi verificada a ocorrência de variação ambiental entre as parcelas (σ^2_{parc}), com maiores valores nas variáveis altura da parte aérea, número de brotos e densidade de colmos. Tal fato pode estar associado à ocorrência de pequenas variações presentes na área como: declividade; histórico de uso da área, por ser uma área já cultivada e etc.

O maior valor de herdabilidade foi observado na variável altura da parte aérea (0,76), indicando que esta variável pode ser promissora para indicação de indivíduos e fenótipos para seleção. Já o número de brotos (0,39) e a densidade de colmos (0,11) apresentaram valores menores de herdabilidade, quando comparados com a primeira variável, indicando que estas variáveis, embora com valores inferiores à primeira, podem continuar sendo avaliadas em fases posteriores do experimento. Nestas três variáveis, os valores de intervalo de confiança ($IC h^2_g$), mostraram a ocorrência de significância para a herdabilidade destas características. Nas demais variáveis (área da base e área de cobertura da touceira), não foi verificado a ocorrência de significância. O que por sua vez, caso uma possível seleção seja realizada no futuro, não seja indicado utilizar estas características como promissoras ou possível de seleção.

O coeficiente de variação genotípica CV_{gi} (%) apresentou valores altos, confirmando a alta variabilidade genética entre os materiais testados, ou seja, as sete espécies de bambu.

Tabela 2 - Análises de *deviances* para as características morfológicas de espécies de bambu avaliadas em teste de clones, aos 360 dias de idade.

Fontes de variação	Características									
	Altura da parte aérea (cm)		Número de brotos (unidade)		Área de base da touceira (m ²)		Área de cobertura da touceira (m ²)		Densidade de colmos/touceira (unidade)	
	Deviance	LRT ¹	Deviance	LRT ¹	Deviance	LRT ¹	Deviance	LRT ¹	Deviance	LRT ¹
Clones ⁺	2.809,98	25,75**	1.465,80	9,93**	-1.363,46	0,00 ^{ns}	681,85	0,00 ^{ns}	1.204,13	0,95 ^{ns}
Parcelas ⁺	2.805,38	21,75**	1.479,65	23,78**	-1.187,71	175,75**	865,69	183,84**	1.264,60	61,42**
Modelo Completo	2.784,23	-	1.455,87	-	-1.363,46	-	681,85	-	1.203,18	-
Acurácia (%)	0,98		0,94		0,13		0,07		0,70	

¹Teste da razão da verossimilhança, com distribuição com 1 grau de liberdade;

⁺ Deviance do modelo ajustado sem os referidos efeitos;

**Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste de Qui-quadrado (6,63).

Tabela 3 - Estimativas dos componentes de variância para características morfológicas de espécies de bambu avaliadas em teste de clones, aos 360 dias de idade.

Componentes de variância	Características				
	Altura da parte aérea (cm)	Número de brotos (unidade)	Área de base da touceira (m ²)	Área de cobertura da touceira (m ²)	Densidade de colmos/touceira (unidade)
σ_g^2	9.061,6251	27,0471	0,000036	0,0123	2,9345
σ_{parc}^2	523,2996	8,3247	0,0059	3,6890	8,2200
σ_e^2	2.255,1469	32,7602	0,0037	2,6166	14,4177
σ_f^2	11.840,0717	68,1320	0,0096	6,3179	25,5722
h_g^2	0,7653	0,3969	0,0037	0,0019	0,1147
$IC\ h_g^2$	0,6259-0,9047	0,2965-0,4973	-0,0060-0,0013	-0,0051-0,0089	0,0607-0,1687
h_{mc}^2	0,9758	0,8853	0,0172	0,0094	0,4895
c_{parc}^2	0,0442	0,1222	0,6116	0,5839	0,3214
CV_{gi} (%)	65,2083	43,0542	6,7512	5,7274	20,7620
CV_e (%)	17,7793	26,8368	88,4740	101,6785	36,7244
CV_r	3,6676	1,6043	0,0763	0,0563	0,5653

σ_g^2 : variância genotípica; σ_{parc}^2 : variância ambiental entre parcelas; σ_e^2 : variância residual; σ_f^2 : variância fenotípica individual; h_g^2 : herdabilidade individual no sentido amplo; IC : intervalo de confiança da referida herdabilidade; h_{mc}^2 : herdabilidade na média de clones, assumindo ausência de perda de parcelas; c_{parc}^2 : coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; CV_{gi} (%): coeficiente de variação genotípica; CV_e (%): coeficiente de variação residual; $CV_r = CV_{gi} / CV_e$ (%): coeficiente de variação relativa.

Tabela 4 - Valores genotípicos dos clones multiespécies de bambu para as características morfológicas avaliadas em teste de clones, aos 360 dias de idade.

Espécie/clone	Valores genotípicos (m+g)				
	Altura da parte aérea (cm)	Número de brotos (unidade)	Área de base da touceira (m ²)	Área de cobertura da touceira (m ²)	Densidade de colmos por touceira (unidade)
1 <i>Bambusa oldhamii</i>	98,5663	7,8578	0,0885	1,9322	6,7138
2 <i>Bambusa vulgaris</i>	238,4288	8,0349	0,0898	1,9451	8,1171
3 <i>Bambusa vulgaris vittata</i>	302,8587	9,7662	0,0880	1,9252	9,6836
4 <i>Dendrocalamus asper</i>	155,6927	12,1862	0,0882	1,9306	8,8460
5 <i>Dendrocalamus latiflorus</i>	116,4519	10,9664	0,0879	1,9298	8,5523
6 <i>Guadua angustifolia</i>	62,2095	22,1020	0,0877	1,9305	9,2485
7 <i>Guadua chacoensis</i>	47,6677	13,6421	0,0889	1,9385	6,5942
Média geral (m)	145,9822	12,0794	0,0884	1,9331	8,2508

6. DISCUSSÃO

6.1. Características morfológicas de crescimento

As espécies de bambu *Bambusa oldhamii*; *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C.; *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv.; *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne); *Dendrocalamus latiflorus*; *Guadua angustifolia* e *Guadua chacoensis* responderam de forma diferenciada aos tratamentos, sendo que a espécie *Bambusa vulgaris* var. *vittata* mostrou maior eficiência no crescimento da maioria das variáveis morfológicas (altura da parte aérea, área de base da touceira, área de cobertura da touceira e densidade de colmos por touceira) nos três blocos. Já espécie *Dendrocalamus asper* mostrou valores superiores no número de brotos, área da base e cobertura da touceira e densidade de colmos por touceira. Estes caracteres quantitativos, apresentaram diferenças significativas, podendo contribuir para diferenciar estas espécies. Segundo Wahab et al. (2010), características físicas, tais como a altura da parte aérea, número de brotos, área de cobertura e base da touceira e densidade de colmo por touceira, são consideradas caracteres importantes na determinação da espécie de bambu adequada para as diferentes aplicações. Dessa forma, espécies de bambu que apresentam maiores alturas, maiores áreas de base e cobertura da touceira como *B. vulgaris vittata* e *D. asper*, podem ser aplicadas na construção civil, na produção de carvão vegetal, papel e celulose e na indústria moveleira. A espécie *Guadua angustifolia* obteve o maior número de brotos nos três blocos. Espécies com baixa altura da parte aérea, baixa área de base e cobertura da touceira podem ser exploradas como planta ornamental, paisagismo e artesanato.

Na literatura, há poucos relatos sobre o desenvolvimento destas espécies de bambu em campo, principalmente espécies oriundas de propagação vegetativa por estaquia, porém alguns autores mencionam sobre as peculiaridades destas espécies sob o ponto de vista de crescimento vegetativo. Pereira e Beraldo (2007) relatam que as espécies *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl., *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv., *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne) e *Guadua angustifolia* podem atingir alturas superiores em virtude de serem espécies de bambu consideradas de porte gigante. Londoño e Peterson (1992), estudando a espécie *Guadua chacoensis* (Rojas) Londoño & Peterson, descobriram valores menores de crescimento. Isto pode ser explicado em razão desta espécie investir maior parte de sua energia em brotações secundárias a partir do caule e brotações caulinares a partir das raízes e rizoma. Greco (2013), descobriu que *Bambusa*

oldhamii é considerada uma espécie de porte médio e pode atingir até 15 m de altura, quando adulta. Yen et al. (2010), estudaram a espécie *Phyllostachys makinoi* em cultivos estabelecidos e mostraram altura média de 11,7m em plantios adultos. Estes estudos referenciais foram realizados com espécies de bambu em idades diferentes, mas os resultados encontrados nos mesmos, vai de encontro com os resultados encontrados neste estudo.

A maioria dos trabalhos revisados em literatura apontam as espécies do gênero *Bambusa* e *Dendrocalamus* como espécies que investem mais no desenvolvimento em altura e expansão da touceira. Ray e Ali (2016) avaliando o crescimento e desempenho de propagação por estaquia em campo de *Bambusa balcooa* Roxb. utilizando como substrato, materiais de cama, vermicomposto e vermiculita, obtiveram valores significativos no número de brotos, número de colmos, número e comprimento de raízes por colmos. Stapleton (1985) em estudo de propagação vegetativa de *Bambusa nutans* Wall. ex Munroin relatou bons resultados de variáveis de crescimento em campo, utilizando substrato a base de materiais de cama.

Castañeda-Mendoza et al. (2012), pesquisaram plantios de *Bambusa oldhamii*, aos cinco anos de idade, e constataram altura média dos colmos de 13,5 m. Chhetri e Kumar (2015), trabalharam com brotações do caule e ramos laterais em estacas de *Bambusa ventricosa*, plantadas no solo no sentido vertical e horizontal, obtiveram efeitos significativos no crescimento da altura da parte aérea, número de brotos e número de folhas. Saad et al. (2016) estudando o crescimento de *Bambusa ventricosa*, encontraram melhores resultados na altura (cm), número de folhas, comprimento da folha (cm) em comparação com o controle e outros tratamentos. Vamil et al. (2011) estudando o efeito de reguladores de crescimento em *Bambusa arundinacea* observaram diferenças significativas na altura (cm), número de brotos e número de folhas. Isto explica o melhor desempenho destas espécies neste trabalho.

A quantidade de colmos na touceira é um parâmetro que avalia a capacidade de expansão das espécies de bambu. Estudos realizados por Franklin et al. (2010), em que avaliaram o crescimento das touceiras de *Bambusa arnhemica*, constataram que a quantidade de brotos influenciou o crescimento médio da área da base em $0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Em estudo sobre densidade de colmos/touceira realizado por Sing e Sing (1999), em que avaliaram o crescimento e o impacto de um plantio com espaçamento 2 m x 2 m entre plantas de bambu da espécie *Dendrocalamus strictus* (Roxb) Nees, aos 3, 4 e 5 anos de cultivo, os autores

observaram que, para o 3º, 4º e 5º ano do plantio, os bambus apresentaram 13,0; 15,3 e 20,8 colmos/touceira, respectivamente.

6.2. Parâmetros genéticos de crescimento

Os valores de acurácia (**Tabela 2**) para altura da parte aérea (0,98), número de brotos (0,94) e densidade de colmos por touceira (0,70) indicam precisão experimental bastante alta, de acordo com os limites estabelecidos em Resende e Duarte (2007) e Cargnelutti Filho e Storck (2009).

A presença de variabilidade genética foi detectada nos clones individualmente e dentro das parcelas nos blocos apresentando significância para altura da parte aérea e número de brotos. Nas demais variáveis o efeito significativo só foi verificado nas parcelas, e não nos clones. Significância evidenciada pelo do valor de σ^2 obtidas pelas estimativas dos componentes de variância (**Tabela 3**). Essa variação genética também foi corroborada pelo fato das estimativas de coeficiente de variação genética (CV_{gi}) serem superiores a 10% para todos os caracteres e ficarem acima do coeficiente de variação experimental (CV_e) para os caracteres altura da parte aérea e número de brotos.

Na literatura não há relatos sobre estimativas de coeficientes de variação genética aditiva individual CV_{gi} (%) em bambu, porém, podem ser observados resultados comparativos com outras espécies florestais como *Hevea brasiliensis* (COSTA et al., 2008a), *Ocotea porosa* (KALIL FILHO et al., 2008) e *Hymenaea stigonocarpa* (MORAES et al., 2008) para o caráter altura da parte aérea; e *Pinus caribaea* (MORAES et al., 2007), *Hevea brasiliensis* (COSTA et al., 2008a, 2008b) e *Myracrodruon urundeuva* (GUERRA et al., 2009) para o caráter diâmetro do colo. Embora em espécies diferentes, tais estimativas têm magnitudes semelhantes às encontradas no presente trabalho (**Tabela 3**).

O experimento foi instalado em um local com declividade e histórico de uso da área com cultivos, o que explica a ocorrência de variação ambiental entre as parcelas (σ^2_{parc}), nas variáveis altura da parte aérea (523,29), número de brotos (8,32) e densidade de colmos (8,22) (**Tabela 3**). Considerando-se que estimativas em torno de 10% para caracteres com herdabilidade da ordem de 30% são consideradas boas para estes parâmetros em experimentos com plantas perenes (FARIAS NETO et al., 2008), os presentes resultados implicam em mais um aspecto favorável para a exploração da variabilidade genética dos caracteres de bambu em questão.

Os caracteres altura da parte aérea, número de brotos e densidade de colmos por touceira apresentaram significativas estimativas de herdabilidade (h^2_g) (Tabela 3), evidenciando, portanto, caracteres indicados para uma eventual seleção nas progênies dos clones (espécies de bambu). Na literatura ainda não há relatos sobre estimativas de herdabilidade em espécies de bambu, porém estudos com outras espécies florestais corroboram com estes resultados. Guerra et al. (2009) e Freitas et al. (2007), Guerra et al. (2009) e Moraes et al. (2012) estudaram a *Myracrodruon urundeuva* e encontraram estimativas inferiores para caracteres de crescimento como altura e DAP.

De modo geral, as espécies de bambu apresentaram resultados promissores considerando a altura da parte aérea, número de brotos e densidade de colmos por touceira para os parâmetros genéticos (coeficiente de variação genética, variância genotípica; variância ambiental, herdabilidade individual e herdabilidade na média de clones), comparativamente a outros estudos com espécies arbóreas nativas, como *Balfourodendron riedelianum*, (SEBBENN et al., 2007); *Cariniana legalis*, (SEBBENN et al., 2001); *Cordia trichotoma*, (FREITAS et al., 2006a); *Gallesia integrifolia*, (FREITAS et al., 2008); demonstrando a potencialidade e importância dessas espécies em estudo para a utilização em programas de conservação *ex situ* e melhoramento genético.

7. CONCLUSÕES

1. A espécie *Bambusa vulgaris* Schrad. var. *vittata* A. et C. Riv. obteve o melhor desempenho em desenvolvimento dos padrões morfológicos de crescimento;
2. Estimativas de parâmetros genéticos indicam que há variabilidade genética significativa para caracteres de crescimento das espécies de bambu;
3. A estimativa da eficiência da seleção é uma ferramenta promissora e poderá ser utilizada para auxiliar na seleção de clones de bambu;
4. A seleção baseada em caracteres de crescimento poderá ser eficiente no melhoramento genético de bambu, discriminando progênies e indivíduos com melhores características de interesse, caso estejam correlacionadas a esses caracteres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, D.; SEBBENN, A.M.; ZANATTO, A.C.S.; ZANATA, M.; MORAIS, E.; MORAES, M.L.T.; FREITAS, M.L.M. Variação genética para caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de *Astronium graveolens* JACQ. (ANACARDIACEAE). *Cerne*, Lavras, v. 20, n. 1, p. 61-68, 2014.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. Experimentação agrícola. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.
- BARROS, A. C. A. Estudos Sobre o Potencial do Bambu *Guadua angustifolia* Kunz. Para a Fitorremediação dos Metais Pesados Zinco e Cádmio.. 2007. 80 f. Dissertação (Mestrado em Química; Biotecnologia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.
- BHERING, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.17: 187-190p, 2016.
- BONILLA, S. H.; GUARNETTI, R. L.; ALMEIDA, C. M. V. B.; GIANNETTI, B. F. Sustainability assessment of a giant bamboo plantation in Brazil: exploring the influence of labour, time and space. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, p. 83 - 91, 2010.
- CARGNELUTTI-FILHO, A.; STORCK, L. 2009. Measures of experimental precision degree in corn cultivar competition trials. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(2): 111-117 (in Portuguese, with abstract in English).
- CASTAÑEDA-MENDOZA, A.; VARGAS-HERNÁNDEZ, J. J.; GÓMEZ-GUERRERO, A. Components of net aerial primary production in a *Bambusa oldhamii* plantation. *Agrociencia* v. 46, p. 63-74, 2012.
- CHAOWANA, P. Bamboo: an alternative raw material for wood and wood-based composites. *Journal of Materials Science Research*, v. 2, n. 2, p. 90, 2013. DOI: 10.5539/jmsr.v2.n2.p90.
- CHHETRI, S e KUMAR., H. 2015. Effect of planting position on rhizogenesis in buddha belly bamboo (*Bambusa ventricosa*) under nursery condition. *Journal of nternational academic research for multidisciplinary*, 2, 2320-5083.
- COSTA, R. B. et al. Seleção simultânea para porte reduzido e alta produção de látex em seringueira. *Bragantia*, v. 67, n. 03, p. 649-654, 2008a.
- COSTA, R. B. et al. Variabilidade genética e seleção para caracteres de crescimento da seringueira. *Bragantia*, v. 67, n. 02, p. 299-305, 2008b.
- CUSACK, V., 1999. *Bamboo world-The growing and use of clumping bamboos*. Austrália: Kangaroo Press. 46 pp.

- FARIAS NETO, J. T. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos de seleção em progênies de polinização aberta de açazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 30, n. 04, p. 1051-1056, 2008.
- FRANKLIN, D. C.; PRIOR, L. D.; HOGARTH, N. J.; MCMAHON, C.R. Bamboo, fire and flood: consequences of disturbance for the vegetative growth of a clumping, clonal plant. *Plant Ecology*, v. 208, p.319–332. 2010.
- FREITAS, M.L.M.; SEBBENN, A.M.; ZANATTO, A.C.S.; MORAES, E.; HAYASHI, P.H.; MORAES, M.L.T. Variação e parâmetros genéticos em dois bancos de germoplasma de *Tabebuia heptaphylla* (Velloso) Toledo. *Revista do Instituto Florestal, São Paulo*, v. 20, n. 1, p. 13-22, jun. 2008.
- FREITAS, M.L.M.; SEBBENN, A.M.; ZANATTO, A.C.S.; MORAES, E.; MORAES, M.A. Variação genética para caracteres quantitativos em população de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms., *Revista do Instituto Florestal, São Paulo*, v.20, n.2, p.165-173, 2008
- FREITAS, M.L.M.; SEBBENN, A.M.; ZANATTO, A.C.S.; MORAES, E. Pomar de sementes por mudas a partir da seleção dentro em teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr.All. *Revista do Instituto Florestal, São Paulo*, v.19, n.2, p.65-72, 2007.
- FREITAS, M.L.M.; SEBBENN, A.M.; MORAIS, E.; ZANATTO, A.C.S.; VERARDI, C.K.; PINHEIRO, A.N. Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Cordia trichotoma* (Vell.) ex Steud. *Revista do Instituto Florestal, São Paulo*, v.18, n.único, p.95-102, 2006a.
- 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, Florianópolis, 2013.
- GUERRA, C. R. S. B. et al. Estratégias de seleção dentro de progênies em duas populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. *Scientia Forestalis*, v. 37, n. 81, p. 79-87, 2009.
- INBAR- International Network on Bamboo and Rattan. In: International model building code for bamboo. Jan., 2014.
- KALIL FILHO, A. N. et al. Pré-melhoramento de populações de imbuia. *Pesquisa Florestal Brasileira*, n. 57, p. 61-67, 2008.
- KELCHNER, S .A. & BAMBOO PHYLOGENY GROUP. Higher level phylogenetic relationships within the bamboos (Poaceae: Bambusoideae) based on five plastid markers. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v.67, p. 404-413, maio, 2013.

- LIN X.; HUANG, L.; FANG W. (2012). Bamboo regeneration via embryogenesis and organogenesis. In: Sato, K. I. (Org.). Embryogenesis. 1ed. Rijeka: Intech, 2012, v.1, p.359-372.
- LINDHOLM, M. e PALM, S. (2007) *Guadua chacoensis* in Bolivia na investigation of mechanical properties of a bamboo species. Linköping, Department of Management and Engineering Centre for Wood Technology & Design. 127p.
- LONDOÑO X. (2010) Evaluation of Bamboo Resources in Latin America. Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas Cali, Colômbia.
- LONDOÑO, X.; PETERSON, P.M., 1992: *Guadua chacoensis* (Poaceae: Bambuseae), its taxonomic identity, morphology, and affinities. *Novon* 2(1): 41-47.
- MOGNON, F.; RODRIGUES, A.L.; SANQUETTA, C.R.; DALLA CORTE, A.P.; NOVAES, A.B.; BLUM, C.T. Alocação e modelagem da biomassa em *Dendrocalamus asper*. *Floresta*, v.45, n.1, p.1-10, 2015.
- MORAES, M.A.; VALÉRIO FILHO, W.V.; RESENDE, M.D.V.; SILVA, A.M.; MANOEL, R.O.; FREITAS, M.L.M.; MORAES, M.L.T.; SEBBENN, A.M. Produtividade, estabilidade e adaptabilidade em progênies de *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão – Anacardiaceae. *Scientia Forestalis*, Piracicaba. V. 40, n. 93, p. 69-76. 2012.
- MORAES, M. A. et al. Variação genética e ganho da seleção em progênies de uma população natural de *Hymenaea stigonocarpa* Mart ex Hayne. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9., 2008, Brasília. Anais eletrônicos... Brasília: EMBRAPA, 2008.
- MORAES, M. L. T. et al. Efeito do desbaste seletivo nas estimativas de parâmetros genéticos em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*. *Scientia Florestalis*, n. 74, p. 55-65, 2007.
- MUNHOZ CBR, FELFILI JM. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Acta Botânica Brasileira* 2005; 19(04): 979-988.
- PEREIRA, R. & BERALDO, A. L. *Bambu de corpo e alma*. Bauru: Canal 6, 2007. 231 p.
- PIRES, V.C.M.; MARTINS, K.; FRANCISCONI, A.F.; BÔAS, O.V.; FREITAS, M.L.M.; SEBBENN, A.M. Variação genética em caracteres silviculturais em teste de progênies de *Anadenanthera falcata* (Benth) Speng. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 42, n. 104, p. 565-571. 2014.
- RAY S. S, ALI M. N (2016). Evaluation of Inexpensive Bedding Materials for Culm Cutting of *Bambusa balcooa* Roxb. and Its Field Performance. *J Biotechnol Biomater* 6: 227. doi:10.4172/2155-952X.1000227

RESENDE, M.D.V. Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético. Colombo: Embrapa Florestas, 2007a. 561p.

RESENDE, M. D. V. Software Selegen – REML/ BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007a. 359p.

RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.37, p.182-194, 2007.

SAAD. M., KUMAR. H; UMRAO. R. Effect of the Different Growth Regulators on Vegetative Propagation of Buddha Belly Bamboo (*Bambusa ventricosa*). 1310. Advances in Life Sciences 5(4), 2016.

SEBBENN, A. M., FREITAS, M. L. M., ZANATTO, A. C., MORAES, E., MORAES, M. L. T. Comportamento da variação genética entre e dentro de procedências e progênes de *Gallesia integrifolia* Vell. Moq. para caracteres quantitativos. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 21, n. 2, p.151-163, 2009.

SEBBENN, A.M.; FREITAS, M.L.M.; ZANATTO, A.C.S.; MORAES, E.; MORAES, M.A. Conservação ex situ e pomar de sementes em banco de germoplasma de *Balfourodendron riedelianum*. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v.19, n.2, p.101-112, 2007.

SEBBENN, A. M.; ETTORI, L. C. Conservação genética ex situ de *Esenbeckia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progênes misto. Revista Instituto Florestal, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 201-211, 2001.

SILVA, I. F., PEREIRA, D. S., SILVA, S. R. F., (2011) Estudos Morfológicos do Bambu (*Bambusa cf. vulgaris* L.), uma espécie invasora em área de Mata Atlântica no Parque Municipal de Maceió - Alagoas. Revista Semente, 6(6): 99-109.

SINGH, A. N.; SINGH, J. S. Biomass, net primary production and impact of bamboo plantation on soil redevelopment in a dry tropical region. Forest Ecology and Management, v. 119, n. 2, p. 195 - 207, 1999.

STAPLETON. C. M. A (1985) Studies on vegetative propagation of *Bambusa* & *Dendrocalamus* species by culm cuttings, recent research on bamboos. Proceedings of the International Bamboo Workshop.

TRUONG, A. H.; LE, T. M. A. Overview of bamboo biomass for energy production. Hanoi: USTH, 2014. 25 p.

VALOIS, A.C.; NASS, L.L.; GOES, M. Conservação “ex situ” de recursos genéticos vegetais. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. Recursos Genéticos e Melhoramento plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001, p.29-55.

VAMIL, R., ANIAT-UL-HAQ, R. K. A., SHARMA. R Effect of certain plant growth regulators on the seedling survival, biomass production and proline content of *Bambusa arundinacea*. *Science Research Reporter* 1(2):44 - 48, Sept. 2011.

WAHAB, R., MUSTAPA, M. T., SULAIMAN, O., MOHAMED, A., HASSAN A., KHALID, I. (2010): Anatomical and Physical Properties of Cultivated Two- and Four-yearold *Bambusa vulgaris*. *Sains Malaysiana*, 39(4), 571–579.

YEN, T. M.; JI, Y. J.; LEE, J. S. Estimating biomass production and carbon storage for a fast-growing makino bamboo (*Phyllostachys makinoi*) plant based on the diameter distribution model. *Forest Ecology and Management* v. 260, p. 339 – 344, 2010.