

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**BIOSSÓLIDO E SUBSTRATOS COMERCIAIS NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ORNAMENTAIS**

Carla Rafaele Xavier Costa

Engenheira Agrônoma

2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**BIOSSÓLIDO E SUBSTRATOS COMERCIAIS NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ORNAMENTAIS**

Discente: Msc. Carla Rafaele Xavier Costa

Orientadora: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Coorientador: Prof. Dr. Rinaldo César de Paula

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para a
obtenção do título de Doutor em Agronomia
(Produção Vegetal)

2019

C837b Costa, Carla Rafaele Xavier
Biossólido e substratos comerciais na produção de mudas de espécies ornamentais / Carla Rafaele Xavier Costa. -- Jaboticabal, 2019
57 p. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta
Coorientador: Dr. Rinaldo César de Paula

1. Agronomia. 2. Plantas Ornamentais. 3. Mudas Qualidade.
I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

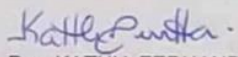
TÍTULO DA TESE: BIOSSÓLIDO E SUBSTRATOS COMERCIAIS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ORNAMENTAIS

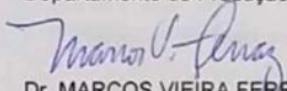
AUTORA: CARLA RAFAELE XAVIER COSTA

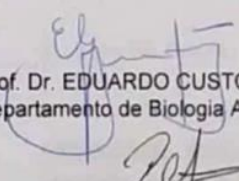
ORIENTADORA: KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA

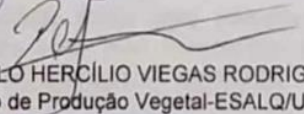
COORDENADOR: RINALDO CESAR DE PAULA

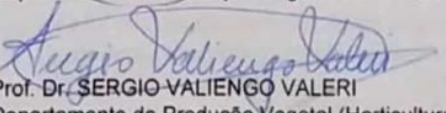
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Prof.ª. Dra. KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA
Departamento de Produção Vegetal (Horticultura) / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Dr. MARCOS VIEIRA FERRAZ
Agrônomo Autônomo / Botucatu/SP


Prof. Dr. EDUARDO CUSTODIO GASPARINO
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. PAULO HERCÍLIO VIEGAS RODRIGUES
Departamento de Produção Vegetal-ESALQ/USP / Piracicaba/SP


Prof. Dr. SÉRGIO VALIENGO VALERI
Departamento de Produção Vegetal (Horticultura) / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 03 de maio de 2019

CARLA RAFAELE XAVIER COSTA – Nasceu na cidade de Porto Velho – RO, em 03 de outubro de 1987, filha de Lucicleia Nascimento Xavier e Raimundo Oliveira Costa. Coursou o ensino médio no Instituto Maria Auxiliadora na mesma cidade. Em novembro de 2006, ingressou no Curso de Agronomia na Universidade Federal do Amazonas, onde se graduou Bacharel em Agronomia em janeiro de 2013. Durante o período de graduação, realizou estágio no Laboratório de Fitossanidade do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente-UFAM, atuando na área de fitopatologia. Pela Pró-Reitoria de extensão e interiorização da Universidade Federal do Amazonas, foi estagiária voluntária na área de extensão rural. Bolsista de Iniciação Científica – CNPq pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Estagiária em Agronomia na Associação de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia-EMATER-RO. De maio de 2013 a julho de 2013, participou como bolsista no Programa Estratégico de Transferência de Tecnologias para o Setor Rural – PRO-RURAL, do Governo do Estado do Amazonas. Em agosto de 2013, iniciou o Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Sob a orientação da Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta, na linha de Produção de Plantas Ornamentais, sendo bolsista da CAPES, concluindo-o em julho de 2015. Em agosto de 2015, iniciou o Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal sob orientação da Professora Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta e coorientação do Professor Dr. Rinaldo César de Paula, sendo bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas-FAPEAM, concluindo o doutorado em maio de 2019.

"Todos os seus **sonhos** podem se tornar
realidade se você tem coragem para persegui-los"

Walt Disney

*A toda minha família, em especial aos meus pais, Raimundo e Lucicleia,
meus irmãos, Raíza Caroline, Paulo Vithor e Rui Ueliton
Ao meu namorado Gilberto Rostirolla.
Por todo Amor incondicional*
DEDICO e OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, por sempre me guiar, iluminar meu caminho e nunca me deixar desistir.

À Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), pela excelente formação.

À minha Orientadora Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta, pela orientação recebida, amizade, carinho, confiança e respeito ao longo desses anos.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Rinaldo César de Paula, pela disponibilidade e orientação.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais Raimundo Oliveira Costa e Lucicleia Nascimento Xavier, pelo amor, carinho, apoio incondicional e compreensão em relação a minha ausência ao longo desses anos.

Aos meus irmãos Raíza Caroline, Paulo Vithor e Rui Ueliton, que mesmo distantes torcem pelo meu sucesso.

A todos da família Xavier, pelas vibrações positivas, momentos de alegria e descontração.

Às minhas amigas-irmãs: Débora Angeli, Kariza Marcelino, Letícia Leite, pela amizade, carinho, e compreensão em relação a minha ausência física.

Ao meu parceiro Gilberto Rostirolla Batista de Souza, pelo companheirismo, amizade, carinho e dedicação, principalmente em compartilhar comigo seus conhecimentos.

À minha segunda família, Issara Rostirolla, Gilberto Souza, Joana Rostirolla e Luiz Gracioso.

A todos os integrantes do Grupo de Estudos em Paisagismo e Floricultura, GEPFlor da FCAV/UNESP: Renata Gimenes, Gilberto Rostirolla, Camila Junqueira, Suzana Targanski, Marina Nogueira, Ana Carolina Muniz, Cibele Mantovani, Águila Santos, Lívia Praseres, Amanda Bezerra, Guilherme Vieira, Eduardo Loureiro, Giovanna Meira e Larissa Trinque.

Aos amigos do Amazonas, que tornaram os dias em Jaboticabal muito mais divertidos: Thiago Souza Oliveira, Jordana de Araújo Flôres e Renato Eleotério de Aquino.

Ao amigo Dr. Fabrício Berton Zanchi, grande incentivador da minha carreira acadêmica.

À minha colega de trabalho e amiga para vida toda Carol Muniz, pelo companheirismo nas jornadas de trabalho e pelos momentos de diversão,

Às moradoras da república FarFarAway, pela ótima convivência, amizade e paciência.

Aos funcionários do Departamento de Horticultura e Fitotecnia. Em especial, Rosane Betioli, Wagner Tarina e Professor Arthur Bernardes, pela amizade.

Aos grandes amigos que fiz na instituição: Edwin Gutierrez, Flor Claros, Joel Cabral, Leandra Barrozo e Robson Medeiros.

Aos funcionários do horto florestal da FCAV/UNESP. Em especial Adevair Pugliano e Roberto Carlos Costa.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1.CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	1
1.1 Introdução.....	1
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Aspectos gerais sobre a espécie <i>Koelreuteria bipinnata</i> Franch.....	3
2.2 Aspectos gerais sobre a espécie <i>Beaucarnea recurvata</i> Lem.....	4
2.3 Substratos para plantas.....	5
2.3.1. Biossólido.....	6
2.3.2. Substratos comerciais.....	7
2.4 Épocas de semeadura.....	9
3. REFERÊNCIAS	10
CAPÍTULO 2 - Biossólido como substrato para produção de mudas de <i>Koelreuteria bipinnata</i> Franch.....	14
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
1.INTRODUÇÃO.....	15
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.CONCLUSÃO.....	26
5.REFERÊNCIAS.....	26
CAPÍTULO 3 - Época de semeadura e substrato na produção de mudas de <i>Beaucarnea recurvata</i> Lem.....	30
RESUMO.....	30

ABSTRACT.....	31
1.INTRODUÇÃO.....	31
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.CONCLUSÃO.....	42
5.REFERÊNCIAS.....	42

BIOSSÓLIDO E SUBSTRATOS COMERCIAIS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ORNAMENTAIS

RESUMO – O processo de produção de mudas é influenciado por vários fatores como o substrato e a época do ano; o substrato pode ser formulado no viveiro, a partir de matérias-primas diversas, como o biofossólido ou, adquiridos no mercado. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento inicial de mudas de duas importantes espécies ornamentais *Koeleruteria bipinnata* Franch. e *Beaucarnea recurvata* Lem., produzidas em substratos preparados com diferentes proporções de biofossólido e, também, em substratos comerciais, em duas épocas de semeadura, respectivamente. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação existente no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Os experimentos foram realizados separadamente para as espécies e o delineamento experimental, em todos os experimentos, foi em blocos casualizados. Para estudar o efeito do biofossólido, foram sete tratamentos, constituídos por misturas de diferentes proporções de solo e biofossólido e um substrato comercial - testemunha; cinco repetições e 10 plantas por parcela. No estudo do efeito de substratos comerciais, em diferentes épocas de semeadura, os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 3 x 2 (três substratos: Carolina Soil®, Basaplant® e Vermiculita, combinados com duas épocas: outono e primavera); quatro repetições e 10 plantas por parcela. Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância e as médias do experimento com biofossólido foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade e do experimento com os substratos comerciais e épocas de semeadura pelo Tukey a 5% de probabilidade. Concluiu-se que, o biofossólido é adequado para o crescimento de mudas de *K. bipinnata* como componente de substrato na proporção de 80% de biofossólido com 20% de terra de subsolo e 100% biofossólido. E que as mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem. apresentaram alta porcentagem de formação independente da época nos substratos Carolina Soil®, Basaplant® e Vermiculita, desenvolvimento mais rápido na primavera e mudas mais vigorosas nos substratos comerciais Carolina Soil® e Basaplant®.

Palavras-chave: Fertilizante orgânico; lodo de esgoto, produção de mudas, sustentabilidade

BIOSOLIDS AND COMMERCIAL SUBSTRATES IN THE PRODUCTION OF ORNAMENTAL SPECIES SEEDLINGS

ABSTRACT – The process of seedling production is influenced by several factors such as the substrate and the time of year; the substrate can be formulated in the nursery, from various raw materials such as biosolids or, purchased in the market. The objective of the present work was to evaluate the initial growth of two important ornamental species: *Koeleria bipinnata* Franch. and *Beaucarnea recurvata* Lem., produced in substrates prepared with different proportions of biosolids, and also in commercial substrates, in two sowing seasons, respectively. The experiments were conducted in a greenhouse at the Experimental Nursery of Ornamental and Forest Plants, of the State University of São Paulo (UNESP), Faculty of Agrarian and Veterinary Sciences, Jaboticabal. The experiments were performed separately for the species and the experimental design was in randomized blocks in all experiments. In order to study the effect of biosolids, seven treatments were performed, consisting of mixtures of different proportions of soil and biosolid and a commercial substrate - control; five replicates and 10 plants per plot. In the study of the effect of commercial substrates, at different sowing times, the treatments were arranged in a 3 x 2 factorial scheme (three substrates: Carolina Soil®, Basaplant® and Vermiculite, combined with two seasons: autumn and spring); four replicates and 10 plants per plot. The quantitative data were submitted to analysis of variance and the averages of the biosolid experiment were compared by the Scott Knott test at 5% probability and the experiment with the commercial substrates and sowing times by Tukey at 5% probability. It was concluded that the biosolid is suitable for the growth of *K. bipinnata* seedlings as a substrate component in the proportion of 80% of biosolid with 20% of soil and 100% of biosolid. And that the seedlings of *Beaucarnea recurvata* Lem. presented a high percentage of formation, regardless of the season in the substrates Carolina Soil®, Basaplant® and Vermiculite, faster development in the spring and more vigorous seedlings in the commercial substrates Carolina Soil® and Basaplant®.

Keywords: Organic fertilizer; sewage sludge, seedling production, sustainability

1. CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1.1 Introdução

O uso das plantas ornamentais estabelece uma convergência entre o homem e natureza, tanto no ambiente externo como interno; todas são utilizadas pelo efeito estético, que direta ou indiretamente agem no emocional das pessoas e, algumas, são utilizadas também por outros benefícios, como as árvores. No ambiente urbano, as árvores são utilizadas no paisagismo e na arborização urbana.

A arborização no meio urbano age purificando o ar por fixação de poeiras e materiais residuais e pela reciclagem de gases através da fotossíntese; regula a umidade e a temperatura do ar; mantém a permeabilidade, fertilidade e umidade do solo e protege-o contra a erosão, e, também, reduz os níveis de ruído servindo como amortecedor do barulho das cidades. Ao mesmo tempo, do ponto de vista psicológico e social, influenciam sobre o estado de ânimo dos indivíduos massificados com o transtorno das grandes cidades (Gomes e Soares, 2003).

Koelreuteria bipinnata Franch., popularmente conhecida como árvore-da-china é amplamente utilizada na arborização urbana e composição de parques; pertence à família Sapindaceae e é nativa da China; apresenta porte de 10 a 12 metros de altura; as flores, de coloração amarela, surgem em grande quantidade no início do outono e logo em seguida vêm os frutos de coloração avermelhada, causando a impressão que a planta floresce em duas cores (Lorenzi e Souza, 2008; Figueiredo, 2012).

A espécie *Beaucarnea recurvata* Lem., se insere no paisagismo pelo impacto visual devido ao seu aspecto escultural. Apresenta grande potencial econômico podendo ser utilizada como planta envasada em ambientes internos ou no paisagismo de áreas externas. Popularmente conhecida como pata-de-elefante, pertence à família Asparagaceae e é originária do México. É considerada semi-arbustiva, podendo chegar até 5 m de altura; o tronco, geralmente não é ramificado, é muito dilatado na base com um tufo de folhas coriáceas e côncavas na extremidade; tal característica confere à espécie grande valor ornamental; apresenta

inflorescências eventuais, eretas, grandes, densas, com numerosas flores pequenas e esbranquiçadas, formadas no outono (Lorenzi e Souza, 2008; Rosa et al., 2014).

Mudas de *Koelreuteria bipinnata* e *Beaucarnea recurvata* são obtidas por meio de propagação sexuada e o processo de germinação de sementes, de modo geral, é influenciado por vários fatores entre eles o substrato e a época do ano.

A qualidade das mudas a serem utilizadas no paisagismo e na arborização urbana é de fundamental importância, principalmente por causa das condições adversas do ambiente urbano para o desenvolvimento das plantas e um dos fatores que mais interfere na qualidade das mudas é o substrato.

A produção de mudas de espécies ornamentais no Brasil é feita a partir de substratos formulados no próprio viveiro, a partir da mistura de matérias-primas diversas ou, de substratos adquiridos no mercado.

Uma das matérias primas para formulação de substratos agrícolas é o lodo de esgoto, também chamado de biossólido, que é um produto oriundo de tratamento de esgoto (ETEs); além de ser um componente com boas características para uso como substrato na produção de mudas, como, alto teor de matéria orgânica e nutrientes, atende também as bases da sustentabilidade por ser um material natural renovável e pela destinação, evitando a incineração ou acúmulo de resíduos.

Segundo Silva et al. (2002), o biossólido é um resíduo orgânico passível de substituir, parcial ou totalmente, os fertilizantes minerais, por ser rico em matéria orgânica e nutrientes. Essa matéria orgânica atua como um dos principais componentes dos substratos, aumentando a capacidade de retenção de água e nutrientes para a formação das mudas (Kratz, 2011).

Há algumas restrições do uso de biossólido na produção de alimentos como, a possível presença de coliformes fecais, embora o processo de tratamento utilizado seja confiável e, também, devido à presença de metais pesados; essas características, no entanto, são insignificantes na produção de mudas de plantas ornamentais.

O uso de substratos comerciais adquiridos no mercado é uma realidade na produção de mudas de plantas ornamentais em muitos viveiros brasileiros, no entanto, há poucas pesquisas sobre a eficiência dos produtos encontrados no mercado, para as diferentes espécies. Este substrato comercial pode ser composto

por um único material como a vermiculita, muito utilizada na propagação e desenvolvimento inicial de mudas por sementes e estacas ou formulados pela mistura de vários componentes, sendo que, nesta linha dos formulados, são vários os substratos comerciais encontrados como, Carolina Soil® e Basaplant®.

Outro fator importante é a época de semeadura, pois, interfere tanto na germinação das sementes quanto no desenvolvimento das mudas, produção e outras características agronômicas, em função da variação dos fatores do ambiente que reagem entre si e interagem com a planta (Barros et al., 2003; Peixoto et al., 2008; Carvalho e Nakagawa, 2012; Taiz et al., 2017).

Devido à importância destas espécies ornamentais e à necessidade de obtenção de substratos que possam colaborar com a produção de mudas de alta qualidade e baixo custo, este trabalho teve como objetivos avaliar o crescimento inicial de mudas de *Koelreuteria bipinnata* produzidas em substratos preparados com diferentes proporções de biossólido e *Beaucarnea recurvata* em substratos comerciais em duas épocas de semeadura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais sobre a espécie *Koelreuteria bipinnata* Franch.

Nativa da China, *Koelreuteria bipinnata*, é popularmente conhecida como árvore-da-china e pertence à família Sapindaceae; apresenta porte médio, com 10 a 12 metros de altura; no início do outono produz flores amarelas em grande quantidade e logo em seguida vêm os frutos de coloração avermelhada, causando a impressão que a planta floresce em duas cores (Lorenzi e Souza, 2008) (Figura 1).



Figura 1. Árvore *K. bipinnata* utilizada na arborização urbana. Foto: Gilberto Rostirolla, 2017.

A árvore-da-china é amplamente utilizada na arborização urbana e composição de parques; apresentam copa bastante decorativa, tanto pela floração como pela frutificação (Figueiredo, 2012).

2.2 Aspectos gerais sobre a espécie *Beaucarnea recurvata* Lem.

Popularmente conhecida como pata-de-elefante, *Beaucarnea recurvata* Lem., é originária do México e pertence à família Asparagaceae e à classe das monocotiledôneas; é uma espécie semi-arbustiva podendo chegar até 5 m de altura; o tronco, geralmente não é ramificado, é muito dilatado na base com um tufo de folhas coriáceas e côncavas na extremidade; tal característica confere à espécie grande valor ornamental (Lorenzi e Souza, 2008) (Figura 2).



Figura 2. *Beaucarnea recurvata* Lem utilizada no Paisagismo. Foto: Carla Costa, 2019.

Devido ao seu aspecto escultural, apresenta potencial econômico podendo ser utilizada como planta envasada ou em paisagismo. A espécie apresenta inflorescências eventuais, eretas, grandes, densas, com numerosas flores pequenas e esbranquiçadas, formadas no outono e de pouco valor ornamental (Rosa et al., 2014), mas de grande importância econômica, pois é o principal meio de propagação a espécie.

2.3 Substratos para plantas

Um dos fatores que mais interfere na produção de mudas é o substrato, que é o meio onde se desenvolvem as raízes das plantas (Ros et al., 2015) e deve garantir, por meio de sua fase sólida, a manutenção mecânica do sistema radicular e estabilidade da planta; da fase líquida o suprimento de água e nutrientes; e da fase

gasosa, o suprimento de oxigênio e o transporte de dióxido de carbono entre as raízes e o ar externo (Braga Junior et al., 2010; Hartmann et al., 2010).

O substrato é um dos fatores extrínsecos mais relevantes no desenvolvimento das mudas em fase de viveiro, pois apresenta características que influenciam no percentual de uniformidade, bem como na velocidade de germinação e no desenvolvimento das plantas (Carvalho e Nakagawa, 2012; Dutra et al., 2012).

A escolha do substrato depende de suas características físicas e químicas e das exigências da espécie (Verdonck et al., 1981). No processo de produção de mudas, o substrato adequado deve apresentar também outras características como disponibilidade de aquisição na região, facilidade no transporte, baixo custo, ausência de patógenos, condições adequadas ao crescimento da planta e riqueza de nutrientes (Silva et al., 2001).

No Brasil, a produção de mudas em viveiro é feita utilizando substratos formulados a partir de matérias-primas diversas, preparados no próprio local, sendo muitas vezes um problema para o viveirista pelo tempo gasto na preparação e pela dificuldade de se obter um substrato final com características desejáveis e uniformes, principalmente quando necessita rotineiramente de grandes volumes. Outra forma é a aquisição de substratos comerciais, que já apresentam em sua formulação misturas de diversas matérias-primas (Santos, 2019).

2.3.1. Biossólido

O lodo de esgoto, após o processo de estabilização, passa a ser chamado de biossólido, sendo resultado do tratamento de águas residuárias realizada nas estações de tratamento de esgoto (ETE) contendo resíduos líquidos e sólidos urbanos. O tratamento visa melhorar a qualidade da água de modo que a mesma possa ser lançada no meio ambiente, minimizando os problemas ambientais de contaminação e odor (Silva et al., 2004).

A matéria orgânica presente no biossólido é rica em macro e micronutrientes (Melo et al., 1994), principalmente fósforo e nitrogênio, sendo capaz de melhorar as propriedades químicas do solo (Bettiol e Camargo, 2006). O potássio, de modo geral, aparece em pequenas quantidades, porém, é disponível na forma

prontamente assimilável pelas plantas (Nobrega et al., 2007). Suas partículas podem atuar melhorando a capacidade do solo em reter umidade, melhorando a capacidade de troca catiônica (CTC), soma de bases e fornecer nutrientes, suprimindo as necessidades das plantas de acordo com seu crescimento e desenvolvimento (Cunha et al., 2006).

A utilização do biossólido como componente de substrato traz consigo uma série de benefícios para a planta, uma vez que o mesmo pode proporcionar melhor aproveitamento de nutrientes quando comparado com a adubação mineral, visto que estes se encontram na forma orgânica e são liberados gradativamente (Maldonado, 2005). O resíduo pode ser empregado como condicionador das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Trigueiro e Guerrini, 2003; Bettiol e Camargo, 2006).

É importante ressaltar que o biossólido pode apresentar algumas características indesejáveis, tais como: instabilidade biológica, devido à presença de agentes patogênicos e metais pesados em quantidades que afetam de forma negativa o crescimento das plantas, esse componente inibe a decomposição de material orgânico, a mineralização do nitrogênio e a nitrificação (Magela et al., 2012).

Dessa forma, para fazer o uso do mesmo é necessário que o biossólido se encontre de acordo com os parâmetros aceitáveis pela legislação. No Brasil, a regulamentação para a utilização do biossólido é realizada pela Resolução CONAMA nº 375 de 29 de agosto de 2006. A presente resolução define os critérios e procedimentos para o uso do lodo de esgoto no meio agrícola e florestal (Coscione et al., 2010).

A caracterização do lodo de esgoto deve conter os seguintes aspectos: potencial agrônômico; substâncias inorgânicas e orgânicas potencialmente tóxicas; indicadores bacteriológicos, agentes patogênicos e estabilidade (Conama, 2006).

2.3.2. Substratos comerciais

A produção de mudas utilizando substrato comercial já é amplamente empregada no Brasil para várias espécies, entre as quais, as florestais, conforme reforça Araújo (2010).

O Brasil, já em 2000, dispunha de inúmeras fábricas que produzem e comercializam substratos para plantas, na forma a granel e em embalagens de diversos volumes. Estes substratos têm formulações específicas para determinadas espécies e estágios de desenvolvimento (Petry, 2000).

São inúmeras as empresas produtoras de substratos, no entanto nem sempre conseguem atender às necessidades dos viveiristas (Medrado et al., 2002). Ferreira et al. (2009) comentam que a maioria dos substratos comercializados no Brasil destina-se à produção de mudas de eucalipto e pinus sendo que para as mudas de espécies florestais nativas há uma carência do produto e de informações no mercado; o mesmo se aplica às espécies exóticas. Segundo Brime et al. (2002), são várias as marcas comercializadas e cada uma delas apresenta diferenças nas suas composições e, em consequência, influenciam diferentemente no crescimento de cada espécie.

O substrato comercial pode ser formulado com apenas um componente, como é o caso da vermiculita ou, com a mistura de vários. A vermiculita é um substrato de origem mineral originado pela alteração de uma rocha denominada mica, havendo no Brasil grandes jazidas desse material; por meio de tratamento térmico, é expandida apresentando-se em diversas granulometrias, desde a mais fina, com partículas de 0,5 mm de diâmetro, até a mais grosseira, com partículas até 8,0 mm. Tem densidade entre 80 e 130 g L⁻¹, elevada porosidade total, elevada capacidade de aeração e de retenção de umidade, pH entre 5,5 e 9,0, alta CTC e baixo teor de sais solúveis. Apresenta como limitação a falta de estabilidade de estrutura, que provoca redução no volume com o decorrer do cultivo. No Brasil, é comercializada pura ou como componente em substratos comerciais (Petry, 2000).

A vermiculita é um substrato muito utilizado para a produção de mudas de espécies florestais, tanto para germinação de sementes quanto para o enraizamento de estacas e crescimento inicial das mudas, tendo em vista a sua fácil obtenção, uniformidade na composição química e granulométrica, porosidade, capacidade de retenção de água, além de ser praticamente isento de patógenos (Figliolia et al., 1993; Martins et al., 2009; Hartmann et al., 2010).

Dentre os diversos substratos formulados a partir de misturas de componentes e comercializados no Brasil, pode-se citar Carolina Soil® e

Basaplant®. Carolina Soil® é um composto à base de turfa de sphagno, vermiculita expandida, resíduo orgânico agroindustrial, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK (Oliveira, 2017). O substrato comercial Basaplant® é composto por casca de pinus, turfa fibrosa, vermiculita, carvão e adubação NPK e outros micronutrientes, utilizado para plantas ornamentais e permite uma drenagem equilibrada com boa homogeneidade atendendo os produtores que utiliza manejos diferenciados por cultura (Rodrigues et al., 2017).

2.4 Épocas de semeadura

A época do ano em que se realiza a semeadura interfere tanto na germinação das sementes quanto no desenvolvimento das mudas em função da variação dos fatores climáticos (Santos, 2019).

As temperaturas mais baixas podem causar a diminuição da taxa de velocidade das reações metabólicas das sementes, afetando o início da germinação e posterior desenvolvimento da muda (Carvalho e Nakagawa, 2012; Taiz et al., 2017).

Os fatores ambientais e/ou edafoclimáticos correspondem às condições físicas, químicas e biológicas do solo, fotoperiodismo, variações de temperatura, umidade relativa, precipitação pluviométrica ou irrigação, vento, arranjo de plantas (espaçamento e densidade de plantio), ambiência de instalações utilizadas para cultivo, dentre outros. Tais fatores assumem grande importância em relação ao crescimento das mudas, sobretudo ao aumento do número de células e alongamento das células vegetais e, conseqüentemente, afetam o desenvolvimento vegetal, principalmente os processos e respostas vitais dos vegetais ao ambiente (Dias, 2018).

Os fatores ambientais ou estímulos externos e a maioria das características físicas, tais como: luz, temperatura, umidade, altitude e latitude também podem estar envolvidas na regulação do desenvolvimento vegetal. São variáveis meteorológicas, como por exemplo, a temperatura que influencia na velocidade de crescimento da planta; para plantas tropicais, a temperatura ótima é de 25 °C; bem como a água como um elemento essencial a vida das plantas. A luz que desempenha um papel

fundamental na fotossíntese, assim como a capacidade de germinação está associada ao fotoperíodo. Estes estímulos ambientais também provocam o aumento dos níveis de determinados hormônios, por exemplo, ácido abscísico, giberelinas (Guimarães, 2012; Taiz et al., 2017).

3. REFERÊNCIAS

Araújo DB (2010) **Produção de mudas de espécies ornamentais em substratos a base de resíduos agroindustriais e agropecuários**. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Ufc, Fortaleza.

Barros HB, Peluzio JM, Santos MM, Brito EL, Almeida RD (2003) Efeito das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no Sul do estado do Tocantins. **Revista Ceres** 50:565-572.

Bettiol W, Camargo O (2006) Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura. In.: Macedo JR, Souza MD, Reichardt K, Bacchi OOS (Eds.) **Atributos físicos e hídricos em solo tratado com lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa: CNPDIA, p. 193-205.

Braga Junior JM, Bruno RLA, Alves EU (2010) Emergência de plântulas de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae) em função de substratos. **Revista Árvore** 34:609-616.

Brime OS, Medrado RD, Bona A M, Ferrari MP, Urio CR (2002) Influência de diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus Bentharii*. In.: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, **Anais de congresso (ALICE)** Colombo: EMBRAPA:CNPF, 2002. CD-ROM.

Carvalho NM, Nakagawa J (2012) **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 588p.

Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução no 375/2006, de 29/8/2006 (2006) Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano/.29>>. Acesso em: 22 Set. 2018.

Coscione AR, Nogueira TAR, Pires AMM (Eds.) (2010) **Uso agrícola de lodo de esgoto, avaliação após a Resolução nº 375 do CONAMA**. Botucatu: FEPAF, 407p.

Cunha AM, Cunha GM, Sarmiento RA, Cunha GM, Amaral JFT (2006) Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia sp.* **Revista Árvore** 30:207-214.

Dias JPT (2018) **Importância da ecofisiologia vegetal e mudanças climáticas para culturas agrícolas**. Belo Horizonte: Editora da Universidade do Estado de Minas Gerais, p. 9.

Dutra TR, Massad MD, Sarmiento MFQ, Oliveira JC (2012) Emergência e crescimento inicial da canafístula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. **Revista Caatinga** 25:65-71.

Ferreira MGR, Rocha RB, Gonçalves EP, Ribeiro GD (2009) Influência do substrato no crescimento de mudas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.). **Acta Scientiarum Agronomy** 31:677-681.

Figliolia MB, Oliveira EC, Piña Rodrigues FCM (1993) Análise de sementes. In.: Aguiar IB, Piña Rodrigues FCM, Figliolia MB (Eds.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p. 137-174.

Figueiredo FDM, Borin MEDS, Silveira CS, Horst TZ, Teixeira IF (2012) Estudo fenológico da *Koelreuteria bipinnata* Franch. (Árvore-da-China) na área urbana do município de São Gabriel - RS. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão** Bagé: UFP, 2012. Disponível em: <<http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/1639/0>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

Gomes MAS, Soares BR (2003) A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras. **Estudos Geográficos** 1:19-29.

Guimarães J (2012) **Produção Vegetal (Técnico em Agricultura)**. Instituto Formação Cursos Técnicos Profissionalizantes. p.12. Disponível em:<<http://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/185902apostilaproducaovegetal.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

Hartmann HT, Kester DE, Davies FT, Geneve R (2010) **Plant Propagation: Principles and Practices**. New Jersey: Prentice Hall, p. 928.

Kratz D (2011) **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage e *Mimosa scabrella* Benth.** 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - UFP, Curitiba.

Lorenzi H, Souza HM (2008) **Plantas Ornamentais no Brasil: Arbustivas, Herbáceas e Trepadeiras**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, p. 988.

Magela MLM, Camargo R, Souza MF, Filho AA, Paula CO (2012) Biossólido na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook). **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** 8:166-178.

Maldonado CAB (2005) **Biossólido na implantação da cultura da pupunheira: efeitos na precocidade, na produção e nos teores de nutrientes e metais**

pesados no palmito. 89 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) - IAC, Campinas.

Martins CC, Bovi MLA, Spiering SH (2009) Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura** 31:224-230.

Medrado MJS, Dalzoto DN, Olizeski A, Mosele SH (2002) **Recuperação de ervais degradados.** Colombo: Embrapa: CNPF, 6 p. (Embrapa-CNPF. Documentos, 71).

Melo WJ, Marques MO, Santiago G, Cheli RA, Leite SAS (1994) Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 18:449- 455.

Nobrega RSA, Boas RCV, Nobrega JCA, Paula AM, Moreira FMS (2007) Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Revista Árvore** 31:239-246.

Oliveira JC (2017) **Qualidade de mudas de angico-vermelho produzidas em diferentes substratos e seu desempenho no campo.** 81 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Uesb, Bahia.

Peixoto CP, Gonçalves JÁ, Peixoto MFSP, Carmo DO (2008) Características agrônômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura no recôncavo baiano. **Bragantia** 67:673-684.

Petry C, Calvete E, Silva L, Redaelli L, Heineck M, Fermino M, Belle S (Eds.) (2000) Plantas ornamentais: aspectos para a produção. Passo Fundo: EDIUPF, 204p.

Rodrigues JP, Zottele L, Boroto RC, Aoyama EM (2017) Enraizamento e anatomia de estacas caulinares de *Justicia brandegeana* Wassh. , L.B. Sm. (Acanthaceae) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Iniciação Científica** 4:45-56.

Ros CO, Rex FE, Ribeiro IR, Kafer OS, Rodrigues AC, Silva RF, Somavilla L (2015) Uso de substrato compostado na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* e *Cordia trichotoma*. **Floresta e Ambiente** 22:549-558.

Rosa YBCJ, Santo ORE, Guimarães RC, De Macedo MC, Tatara MB, Junior EJR (2014) Efeito do substrato, do pericarpo e de tratamentos pré-germinativos na emergência de plântulas de pata-de-elefante (*Beaucarnea recurvata* Lem.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** 20:13-20.

Santos AS (2019) **Época de semeadura e substrato na produção de mudas de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.** 33 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) – Unesp, Jaboticabal.

Silva JE, Resck DVS, Sharma RD (2002) Alternativa agrônômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. I. Efeito na produção de milho e na adição de metais

pesados em Latossolo no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 26:487-495.

Silva RP, Peixoto JR, Junqueira NTV (2001) Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura** 23:377-81.

Silva WTL, Novaes AP, Martin Neto L, Milori DMBP, Simões ML, Haneda RN, Fialho LL, Leonelli FCV (2004) **Método de aproveitamento de bio sólido proveniente de lodo de esgoto residencial através de processo de compostagem seguido de biodigestão anaeróbia**. São Carlos: Embrapa: CNPIA, 50 p. (Embrapa-CNPIA. Documentos, 13).

Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A (2017) **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora p. 245, 447, 553, 528.

Trigueiro RM, Guerrini LA (2003) Uso de bio sólidos como substratos para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis** 64:150-162.

Verdonck O, Vleeschauwer D, Boodt M (1981) The influence of the substrate to plant growing medium for plants. **Acta Horticulturae** 126:251-258.

CAPÍTULO 2 - Biossólido como substrato para produção de mudas de *Koelreuteria bipinnata* Franch.¹

RESUMO

Considerando as potencialidades do uso do biossólido como componente de substratos, este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de mudas *Koelreuteria bipinnata* Franch., produzidas em substratos preparados com diferentes proporções de biossólido. O experimento foi instalado no Viveiro da FCAV/UNESP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com sete tratamentos, cinco repetições e 10 plantas por parcela. Os tratamentos testados foram misturas de terra de subsolo (TS) e biossólido (BIO) em diferentes proporções: T1 (100% TS); T2 (80% TS + 20% BIO); T3 (60% TS + 40% BIO); T4 (40% TS + 60% BIO); T5 (20% TS + 80% BIO); T6 (100% BIO); além de um tratamento constituído apenas por substrato comercial (SC), T7 (100% SC). As características analisadas foram: altura, diâmetro do colo, número de folhas, área foliar, matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e matéria seca total. Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. O biossólido é adequado para o crescimento de mudas de *K. bipinnata* como componente de substrato na proporção de 80% de biossólido com 20% de terra de subsolo e 100% biossólido.

Palavras-chave: Fertilizante orgânico; lodo de esgoto, produção de mudas, sustentabilidade.

¹ Este capítulo corresponde ao artigo científico que será elaborado nas normas para submissão à Revista Scientia Forestalis.

Biosolids as substrate for *Koelreuteria bipinnata* Franch. seedlings production

ABSTRACT

Considering the potentialities of the use of biosolids as a component of substrates, this work aimed to evaluate the production of *Koelreuteria bipinnata* Franch. seedlings, produced in substrates prepared with different proportions of biosolid. The experiment was installed in the Nursery of FCAV/UNESP. The experimental design was in randomized blocks with seven treatments, five replicates and 10 plants per plot. The treatments tested were mixtures of subsurface soil (SS) and biosolid (BIO) in different proportions: T1 (100% SS); T2 (80% SS + 20% BIO); T3 (60% SS + 40% BIO); T4 (40% SS + 60% BIO); T5 (20% SS + 80% BIO); T6 (100% BIO); besides a treatment constituted only by commercial substrate (CS), T7 (100% CS). The analyzed characteristics were: height, lap diameter, number of leaves, leaf area, shoot dry matter, root dry matter; and total dry matter. The quantitative data were submitted to analysis of variance and means were compared by the Scott Knott test at 5% probability. The biosolid is suitable for the growth of *K. bipinnata* seedlings as a substrate component in the proportion of 80% of biosolid with 20% of subsoil and 100% of biosolid.

Key words: Organic fertilizer; sewage sludge, seedling production, sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Koelreuteria bipinnata* Franch., popularmente conhecida como árvore da China é de beleza notável, adequada para composição de parques e arborização de ruas. Destaca-se pelo efeito decorativo tanto em flor como em frutificação. No outono, em regiões frias, sua folhagem adquire coloração amarelada. Apresenta grande rusticidade e adaptação ao frio, contudo tolera o clima subtropical (Lorenzi, 2003).

Mudas de *Koelreuteria bipinnata* são obtidas por meio de reprodução sexuada e o processo de germinação de sementes, de modo geral, é influenciado por vários

fatores entre eles o substrato e por consequência resultará na qualidade final das mudas.

No paisagismo e na arborização urbana, a qualidade das mudas a serem utilizadas é de fundamental importância, principalmente por causa das condições adversas do ambiente urbano para o desenvolvimento das plantas.

A produção de mudas de plantas ornamentais no Brasil é feita a partir de substratos formulados no próprio viveiro, a partir da mistura de matérias-primas diversas ou, de substratos adquiridos no mercado.

Para produção de mudas, o substrato é importante na influencia da germinação das sementes e desenvolvimento das mudas, pois apresenta características, como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, entre outras, que podem variar de acordo com a sua composição. Portanto, sua escolha deve ser criteriosa, pois influencia a qualidade das plantas e os custos de produção (Figliolia et al., 1993; Carvalho e Nakagawa, 2012; Rosa et al., 2014).

Visando atender as bases da sustentabilidade, pesquisas têm sido realizadas buscando materiais naturais renováveis para compor o substrato, e uma das alternativas é o bio sólido, que encontra algumas restrições quando usado na produção de alimentos, mas, que podem ser amplamente usado na produção de mudas de plantas ornamentais.

O bio sólido é um resíduo obtido após o tratamento de água residuária proveniente das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) (Silva et al., 2004). Atualmente, cerca de 100 milhões de toneladas por ano de bio sólidos são gerados em todo o mundo, e estima-se que esse número aumente para 175 milhões de toneladas por ano até 2050 (Wijesekara et al., 2016).

Esse resíduo pode ter vários destinos, dentre eles a deposição em aterros sanitários, incineração, reutilização industrial ou ser usado para fins agrícolas e florestais (Lima Filho, 2015). O uso do bio sólido como componente de substrato traz consigo uma série de benefícios para a planta, uma vez que o mesmo pode proporcionar melhor aproveitamento de nutrientes quando comparado com a adubação mineral, visto que esses se encontram na forma orgânica e são liberados gradativamente. O resíduo pode ser empregado como condicionador das

propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Trigueiro e Guerrini, 2003; Bettiol e Camargo, 2006).

A matéria orgânica presente no biossólido é rica em macro e micronutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, sendo capaz de melhorar as propriedades químicas do solo (Bettiol e Camargo, 2006). O potássio, de modo geral, aparece em pequenas quantidades, porém, é disponível na forma prontamente assimilável pelas plantas (Nobrega et al., 2007). A presença de partículas podem atuar melhorando a capacidade do solo em reter umidade, melhorando a capacidade de troca catiônica (CTC), soma de bases e fornecer nutrientes, suprimindo as necessidades das plantas de acordo com seu crescimento e desenvolvimento (Cunha et al., 2006).

Nesse contexto, o uso de resíduo sólido oriundo das estações de tratamento de esgoto (ETEs), como componente do substrato para produção de mudas, torna-se uma alternativa viável para a reciclagem desse material, assim como o melhor destino para tal, que a deposição em aterros sanitários ou a sua incineração (Caldeira et al., 2012).

Considerando a importância da espécie e tendo em vista as potencialidades do uso do lodo de esgoto como componente de substratos, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de plantas de *Koelreuteria bipinnata* Franch., produzidas em substratos preparados com diferentes proporções de biossólido.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi realizado no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/FCAV, Jaboticabal- SP.

As coordenadas geográficas são 21°15'2" latitude, 48°16'47" longitude e 600 m de altitude. Segundo Köppen (1948) a classificação do clima de Jaboticabal é subtropical do tipo CWA, temperaturas mínima, média e máxima são de 19,8 °C, 24,5 °C e 32,5 °C, respectivamente.

O experimento foi instalado a partir de sementes coletadas de matrizes de *K. bipinnata* Franch. do Departamento de Ciências Exatas da UNESP/FCAV em 08/06/16. O delineamento experimental foi em blocos casualizados. Foram sete

tratamentos, cinco repetições e 10 plantas por parcela. Os tratamentos testados foram constituídos por substratos resultantes da mistura de terra de subsolo (TS) e biossólido (BIO) em diferentes proporções: T1 (100% TS); T2 (80% TS + 20% BIO); T3 (60% TS + 40% BIO); T4 (40% TS + 60% BIO); T5 (20% TS + 80% BIO); T6 (100% BIO); além de um tratamento constituído apenas por substrato comercial (SC), T7 (100% SC).

O biossólido utilizado no experimento foi procedente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Prefeitura de Americana, SP, e analisado de acordo com as exigências da Resolução CONAMA 375/2006 (Conama, 2006) quanto à presença de metais pesados, onde as concentrações obtidas respeitaram os limites estabelecidos pela legislação. Sendo o material classificado como apto para o uso em atividades agrícolas e florestais (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de metais pesados obtidos na amostra do biossólido utilizado para a composição dos tratamentos e as concentrações que definem os critérios e os procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados.

Table 1. Values of heavy metals obtained in the biosolids sample used for the treatments composition and the concentrations that define the criteria and procedures for the agricultural use of sewage sludge generated in stations of sanitary sewage treatment and its by-products.

Metais	Resultado Analítico ¹ (mg Kg ⁻¹)	Resolução CONAMA 375/2006 ² (mg Kg ⁻¹)
Arsênio	<10	41
Bário	173,5	1300
Cádmio	2,0	39
Chumbo	21,9	300
Cobre	127,1	1500
Cromo	72,8	1000
Zinco	787,7	2800

¹Análise realizada pelo Empresa TECLAB Laboratórios, São José dos Pinhais, PR.

²Concentração máxima permitida no lodo de esgoto ou produto derivado

O material ficou exposto a pleno sol em ambiente aberto, espalhado sobre lona plástica por 30 dias, para o processo de higienização e secagem, e foi posteriormente passado por peneira de aço com malha de 3 mm e triturado em moinho para homogeneização das partículas. Para tal procedimento foi usado como equipamentos de proteção individual: luvas de borracha sintética, máscara cirúrgica e óculos de proteção.

O subsolo usado foi coletado na área experimental da Fazenda da FCAV/UNESP, na profundidade de 20-40 cm, e foi peneirado em malha de 3 mm. O substrato comercial utilizado foi o Bioplant®. Segundo o fabricante, o substrato comercial é composto por casca de pinus, esterco, serragem, fibra de coco, vermiculita, casca de arroz, cinza, gesso agrícola, carbonato de cálcio, magnésio, termofosfato magnesiano (yoorin) e aditivos (fertilizantes) (Agostinho, 2014).

Não foi realizado qualquer tipo de adubação mineral, a fim de verificar apenas o efeito dos tratamentos no desenvolvimento das mudas. Após a homogeneização das misturas, foram retiradas amostras dos substratos para análise química e física, realizadas no Laboratório de Substratos do Instituto Agrônomo de Campinas-IAC, cujos resultados são apresentados na Tabela 2.

Para a produção de mudas, foram utilizados tubetes de 250 cm³, dispostos em bandejas de plástico com capacidade para 54 recipientes. A semeadura foi realizada diretamente nos recipientes, sendo utilizadas três sementes por tubete. As bandejas foram colocadas em bancadas suspensas a 70 cm do solo em casa de vegetação coberta com tela que permite a passagem de 50% de luminosidade. A emergência das mudas iniciou 25 dias após a semeadura (DAS). O desbaste foi realizado 10 dias após a emergência, mantendo a muda com maior vigor e na posição central do recipiente.

Tabela 2. Análise física e teores totais de macro e micro nutrientes presente nos tratamentos utilizados para produção de mudas de *Koelreuteria bipinnata* Franch.

Table 2. Physical analysis and total contents of macro and micro nutrients present in the treatments used for seedling production of *Koelreuteria bipinnata* Franch.

Atributos químicos e físicos		T1 ¹	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Umidade	%m/m	1,6	2,5	2,4	3,4	3,7	4,1	55,0
Densidade Seca	kg/m ³	1141,9	1066,9	1081,0	781,4	742,6	555,9	170,0
CRA	%v/v	57,8	62,2	58,6	50,2	51,8	39,9	69,0
Porosidade total	%v/v	53,3	55,9	52,5	67,0	68,7	73,3	86,6
N	g/Kg	2,2	10,8	14,6	73,9	79,1	86,99	4,7
P	g/Kg	0,8	1,2	1,3	4,5	5,9	10,0	2,5
K	g/Kg	0,2	0,2	0,2	0,5	0,6	0,6	3,0
Ca	g/Kg	21,5	3,7	4,1	18,9	23,6	1,2	8,5
Mg	g/Kg	2,9	1,1	1,1	2,9	3,5	0,8	7,9
S	g/Kg	3,5	1,1	1,3	6,5	9,6	0,2	1,4
Cu	mg/Kg	127,1	135,5	135,4	197,0	224,8	125,1	15,4
Mn	mg/Kg	137,3	886,7	875,7	555,9	453,2	873,1	259,1
Zn	mg/Kg	787,7	202,5	213,9	680,5	865,3	142,5	56,7
pH (H ₂ O)		6,3	6,5	6,3	6,0	5,6	5,3	5,5
EC	mS/cm ¹	0,1	1,0	1,4	1,7	2,3	2,4	1,0

¹Terra de Subsolo (TS); Biossólido (BIO); Substrato Comercial (SC): T1 (100% TS); T2 (80% TS + 20% BIO); T3 (60% TS + 40% BIO); T4 (40%TS + 60% BIO); T5 (20% TS + 80% BIO); T6 (100% BIO); T7 (100% SC).

Método de extração: pH e condutividade elétrica (CE) 1:5: método descrito na IN 17 de 21/05/2007; Umidade a 65°C: métodos descritos na IN 17 de 21/05/2007 e IN 31 de 23 de outubro de 2008; Densidade seca: métodos descritos na IN 17 de 21/05/2007 e IN 31 de 23 de outubro de 2008. Capacidade de Retenção de água (CRA 10): mesa de tensão a 10 cm de coluna d'água (10kPa). Métodos descritos na IN 17 de 21/05/2007 e IN 31 de 23 de outubro de 2008.

A irrigação foi realizada por meio de microaspersores acionados automaticamente, em intervalos de uma hora, com a primeira irrigação às 6 horas e a última às 18 horas, com duração de 5 minutos cada.

Os dados climáticos durante a realização dos experimentos foram obtidos da estação meteorológica da UNESP/FCAV (Tabela 3).

Tabela 3. Dados meteorológicos obtidos durante a produção de mudas de *Koelreuteria bipinnata* Franch. em Jaboticabal, SP, 2016.

Table 3. Meteorological data obtained during the production of *Koelreuteria bipinnata* Franch. seedlings in Jaboticabal, SP, 2016.

Mês	Tmax	Tmin	Tmed	UR	Precipitação	Insolação
	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(mm)	(h)
Junho	25,7	12,9	18,1	75,3	115,8	220,1
Julho	28,5	12,6	19,3	61,2	0,0	277,7
Agosto	29,1	14,0	20,7	61,9	67,8	246,1
Setembro	31,1	15,5	22,5	58,6	21,8	251,4

Quando as raízes das mudas começaram a aparecer na extremidade inferior dos tubetes, aproximadamente 70 DAS, foram avaliados as seguintes características, aleatoriamente em três mudas/parcela: a) Altura, determinada a partir do nível do substrato até a inserção da última folha, com auxílio de régua graduada; b) Diâmetro do caule, medido na altura do colo da plântula, com o auxílio de um paquímetro digital; c) Número de folhas, por meio da contagem de folhas completamente expandidas; d) Área foliar, com o auxílio do medidor eletrônico de área foliar marca LI-COR, modelo 3100; e) Massa de matéria seca da parte aérea e f) Massa de matéria seca do sistema radicular.

Para determinar a área foliar, a matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, mudas foram retiradas dos tubetes e suas raízes foram lavadas para retirar o substrato aderido e, após essa lavagem, as mudas foram seccionadas com o auxílio de uma tesoura, separando-se parte aérea da raiz. Procedeu-se a leitura da área foliar e, em seguida, a parte aérea e as raízes foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C até atingir peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança de precisão (0,001g) modelo SHIMADZU-AY220. Com as variáveis coletadas calculou-se a matéria seca total.

Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando-se os resultados obtidos para as mudas de *Koelreuteria bipinnata*, verificou-se que houve diferença entre os tratamentos. As mudas produzidas nos tratamentos contendo bio sólido apresentaram resultados superiores em relação às características de crescimento analisadas, quando comparadas aos demais tratamentos.

Com relação ao crescimento das mudas de *Koelreuteria bipinnata* os resultados encontrados neste trabalho corroboram com os obtidos por outros autores (Caldeira et al., 2013; Faria et al., 2013; Trazzi et al., 2014; Cabreira et al., 2017), que sugeriram que o bio sólido na composição de substrato confere características superiores de crescimento às mudas, embora esses mesmos autores afirmem que esse melhor desempenho possa não ocorrer em elevados percentuais do resíduo, diferente do observado neste trabalho.

De acordo com Siqueira et al. (2018), também observaram o efeito positivo do bio sólido na produção de mudas de *Lafoensia glyptocarpa* Koehne (mirindiba-rosa), e recomendaram proporções entre 25 e 100% de lodo de esgoto tratado em mistura com substrato comercial.

As mudas dos tratamentos contendo 60% TS + 40% BIO (T3) e 20% TS + 80% BIO (T5) apresentaram maior número de folhas, seguido dos tratamentos com

20%, 60% e 100% de biossólido. Com relação à área foliar, os maiores valores foram encontrados nas mudas dos tratamentos que continham as maiores quantidades de biossólido (80% e 100%).

A razão entre a área foliar pelo número de folhas demonstra que apesar de um maior número de folhas no tratamento com 80% de biossólido, estas apresentaram menor desenvolvimento, em relação às folhas do tratamento com 100% de biossólido (Tabela 4).

Os menores valores para ambas as características foram obtidos nas mudas que estavam no tratamento com 100% de TS e no tratamento contendo 100% de SC (Tabela 4).

O maior número de folhas e a maior área foliar das mudas produzidas em substratos contendo biossólido foram provavelmente devido à riqueza nutricional do mesmo, uma vez que, além do nitrogênio, o biossólido possui elevados teores de outros nutrientes essenciais para as plantas, como micronutrientes (Santos et al., 2014), refletindo em maior número de folhas, maior área foliar e, conseqüentemente, maior matéria seca da parte aérea.

Tabela 4. Médias de número de folhas (NF), área foliar (AF), altura (H), de mudas de *Koelreuteria bipinnata* Franch. em diferentes substratos.

Table 4. Averages of number of leaves (NL), leaf area (LA), height (H) of seedlings of *Koelreuteria bipinnata* Franch. in different substrates.

TRATAMENTOS ¹	NF	AF (cm ²)	H (cm)
100% TS	4,70 c	9,18 e	5,14 c
80% TS + 20% BIO	6,67 b	30,72 d	5,79 b
60% TS + 40% BIO	7,71 a	41,48 c	6,40 a
40%TS + 60% BIO	7,09 b	41,12 c	6,10 a
20% TS + 80% BIO	7,38 a	54,36 b	6,76 a
100% BIO	7,05 b	65,53 a	6,64 a
100% SC	4,16 d	11,81 e	5,79 b
CV (%)	5,08	15,99	5,46

¹Terra de Subsolo (TS); Biossólido (BIO); Substrato Comercial (SC).

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Para a variável altura, verificou-se que as médias dos tratamentos variaram entre 5,14 e 6,76 cm, com os maiores valores observados nos tratamentos constituídos por 40%, 60%, 80% e 100% de biossólido. Segundo Mexal e Lands (1990), a altura da parte aérea das mudas fornece uma excelente estimativa da predição do crescimento inicial da mudas no campo, sendo tecnicamente aceita como uma boa medida do potencial de desempenho (Tabela 4).

Com base nas médias obtidas, verifica-se que o biossólido nas maiores concentrações proporcionou efeito positivo quando comparados à terra de subsolo.

Segundo Trigueiro e Guerrini (2014) atribuem os benefícios para o crescimento em altura de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-pimenteira) à riqueza de nitrogênio presente no lodo de esgoto utilizado na composição do substrato. Santos et al. (2014) afirmaram a elevação do teor de nitrogênio dos substratos que recebem o lodo de esgoto.

Os tratamentos com 40%, 80%, 100% de biossólido e substrato comercial, se sobressaíram em relação à característica diâmetro do colo, apresentando médias entre de 2,00 a 2,10 mm (Tabela 5). Segundo Daniel et al. (1997), o diâmetro do coleto é o parâmetro mais observado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo, devendo ser maior que 2 mm.

Para variável matéria seca da parte aérea (Tabela 5), os tratamentos com 40%, 80% e 100% de biossólido apresentaram as maiores médias, já as menores médias foram encontradas nos tratamentos que não continham biossólido, os tratamentos contendo biossólido na composição, aumentaram a matéria seca da parte aérea das mudas, comparados aos demais tratamentos. Resultados semelhantes a esse foram obtidos por Siqueira et al. (2018) e Scheer et al. (2012a), os tratamentos que receberam o resíduo apresentaram mudas com maior acúmulo de MSPA quando comparados ao substrato comercial puro.

Tabela 5. Médias de diâmetro do colo (DC), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST) das mudas de *Koelreuteria bipinnata* Franch. em diferentes substratos.

Table 5. Averages of diameter of the colon (DC), shoot dry matter (SDM), root dry matter (RDM) and total dry matter (TDM) of *Koelreuteria bipinnata* Franch seedlings. in different substrates.

TRATAMENTOS ¹	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
100% TS	1,82 b	0,1294 c	0,0663 b	0,1957 c
80% TS + 20% BIO	1,84 b	0,3203 b	0,1205 a	0,4408 b
60% TS + 40% BIO	2,02 a	0,3848 a	0,1120 a	0,4968 a
40%TS + 60% BIO	1,87 b	0,2943 b	0,0971 a	0,3914 b
20% TS + 80% BIO	2,10 a	0,3999 a	0,1250 a	0,4849 a
100% BIO	2,03 a	0,4298 a	0,1220 a	0,5518 a
100% SC	2,00 a	0,1213 c	0,0737 b	0,1950 c
CV (%)	4,55	15,78	21,76	16,87

¹Terra de Subsolo (TS); Biossólido (BIO); Substrato Comercial (SC).
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Para matéria seca da raiz e matéria seca total, os maiores valores também foram observados nos tratamentos contendo biossólido, o substrato comercial e somente terra de subsolo promoveram menor produção de biomassa. Resultados que foram semelhantes ao encontrados por Caldeira et al. (2012) trabalhando com produção de mudas de *Toona ciliata* (cedro australiano).

4. CONCLUSÃO

O bio sólido foi indicado para o crescimento e desenvolvimento de mudas de *Koelreuteria bipinnata* Franch. na proporção de 80% de bio sólido combinado com 20% de terra de subsolo e 100 % de bio sólido.

5. REFERÊNCIAS

Agostinho AL (2014) **Utilização de diferentes substratos na produção de mudas de manjeriço**. 24 f. Monografia (Bacharelado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília.

Bettiol W, Camargo O (2006) Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura. In: Macedo JR, Souza MD, Reichardt K, Bacchi OOS (Eds) **Atributos físicos e hídricos em solo tratado com lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 193-205.

Cabreira GV, Leles PSS, Alonso JM, Abreu AHM, Lopes NF, Santos GR (2017) Bio sólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Revista Floresta** 47:165-176.

Caldeira MVW (2012) Bio sólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* var. *australis*. **Revista Árvore** 36:1009-1017.

Caldeira, MVW, Delarmelina WM, Faria JC, Juvanol RS (2013) Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore** 37:31-39.

Caldeira MVW, Schumacher MV, Barichello LR, Voget HLM, Oliveira LS (2000) Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta** 28:19-30.

Carvalho NM, Nakagawa J (2012) **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. Jaboticabal: FUNEP, 475p.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução no 375/2006, de 29/8/2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano/>. Acesso em: 29 Set. 2006.

Cunha AM, Cunha GM, Sarmento RA, Cunha GM, Amaral JFT (2006) Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acácia sp.* **Revista Árvore** 30:207-214.

Daniel O, Vitorino ACT, Alovisei AA, Mazzochin L, Tokura AM, Pinheiro ER, Souza EF (1987) Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore** 21:163-168.

Dickson A, Leaf AL, Hosner JF (1960) Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle** 36:10-13.

Faria JCT, Caldeira MVW, Delarmelina WM, Gonçalves EO (2013) Uso de resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Mimosa setosa*. **Pesquisa Florestal Brasileira** 33:409-418.

Figliolia MB, Rodrigues FCM (1993) Análise de Sementes. In: Aguiar IB, Piña-Rodrigues FCM, Figliolia MB (Ed.). **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: ABRATES, p.37-74.

Köppen W (1948) **Climatologia: comum estudo de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica. 478p.

Lima Filho P (2015) **Biossólido na restauração florestal: produção de mudas e adubação de plantio**. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

Lorenzi H (2003) **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 368p.

Mexal JL, Lands TD (1990) **Target seedling concepts: height and diameter**. In: **Target seedling symposium, meeting of the western forest nursery**

associations, general technical report, Roseburg. Fort Collins: United States Department of Agriculture p.17 - 35.

Nobrega RSA, Boas RCV, Nobrega JCA, Paula AM, Moreira FFDS (2007) Utilização de bio sólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Revista Árvore** 31:239-246.

Rosa YBCJ, Santo ORE, Guimarães RC, De Macedo MC, Tatara MB, Junior EJ (2014) Efeito do substrato, do pericarpo e de tratamentos pré-germinativos na emergência de plântulas de pata-de-elefante (*Beaucarnea recurvata* Lem.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** 20:13-20.

Santos EVF, Kunz SH, Caldeira MV, Azevedo CH, Rangel OJ (2014) Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 18:971-979.

Scheer MB, Carneiro C, Bressan OA, Santos KG (2012a) Crescimento e nutrição de mudas de *Lafoensia pacari* com lodo de esgoto. **Revista Floresta e Ambiente** 19: 55-65.

Scheer M. B, Carneiro C, Bressan OA, Santos KG (2012b) Composto de lodo de esgoto para a produção de mudas de *Anadenanthera colubria* (Vell.) Brenan. **Cerne** 18:613-621.

Silva WTL, Novaes AP, Martin Neto L, Milori DMBP, Simões ML, Haneda RN, Fialho LL, Leonelli FCV (2004) **Método de aproveitamento de bio sólido proveniente de lodo de esgoto residencial através de processo de compostagem seguido de biodigestão anaeróbia.** Relatório Técnico. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária.

Siqueira DP, De Carvalho GCMW, Barroso DG, Marciano CR (2018) Lodo de esgoto tratado na composição de substrato para produção de mudas de *Lafoensia glyptocarpa*. **Revista Floresta** 48:277-284.

Trazzi PA, Caldeira MVW, Reis EF, Silva AG (2014) Produção de mudas de *Tectona grandis* em substratos formulados com biossólido. **Cerne** 20:293-302.

Trigueiro RM, Guerrini IA (2003) Utilização de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Revista Scientia Forestalis** 64:11-23.

Trigueiro RM, Guerrini IA (2014) Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de Aroreira-pimenteira. **Revista Árvore** 38:657-665.

Wijesekara H, Bolan NS, Kumarathilaka P, Geekiyanage N, Kunhikrishnan A, Seshadri B, Vithanage M (2016) Biosolids enhance mine site rehabilitation and revegetation. IN: Prasad M. N. V., Shih (Eds.). **Environmental Materials and Waste**: Academic Press, Cambridge, p. 45-71.

CAPÍTULO 3 - Época de semeadura e substrato na produção de mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem.²

RESUMO

A espécie *Beaucarnea recurvata* Lem., devido seu aspecto escultural, apresenta potencial econômico, necessitando de estudos que visem à maximização de sua produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da época de semeadura e substratos comerciais no desenvolvimento inicial das mudas *B. recurvata* Lem. Os experimentos foram conduzidos no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 2 x 3 sendo duas épocas de condução (outono e primavera) e três substratos: 1) Carolina Soil®; 2) Basaplant®; 3) Vermiculita média. Foram avaliados: altura do caule dilatado; comprimento da coroa; comprimento total da parte aérea; diâmetro do caule dilatado; diâmetro da coroa; número de folhas; área foliar; matéria seca da coroa, do caule dilatado, da parte aérea, das raízes e total. Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem. apresentaram alta porcentagem de formação independente da época do ano nos substratos. Desenvolvimento mais rápido na primavera e mudas mais vigorosas nos substratos comerciais Carolina Soil® e Basaplant®.

Palavras-chave: pata-de-elefante; planta ornamental; plântulas; paisagismo.

² Este capítulo corresponde ao artigo científico que será elaborado nas normas para submissão à Revista Ceres.

Sowing season and substrate in the production of seedlings of *Beaucarnea recurvata* Lem.

ABSTRACT

The species *Beaucarnea recurvata* Lem., due to its sculptural aspect, presents economic potential, needing studies that aim at the maximizing of its production. The objective of this work was to evaluate the effect of sowing season and commercial substrates in the initial development of seedlings of *B. recurvata* Lem. The experiments were conducted at the Experimental Nursery of Ornamental and Forest Plants of UNESP / FCAV, Jaboticabal-SP. It was used the randomized block design. The treatments were arranged in a 2 x 3 factorial scheme, with two conduction periods (autumn and spring) and three substrates: 1) Carolina Soil®; 2) Basaplant®; 3) medium vermiculite. There were four replicates and 10 seeds per plot, individually seeded in tubes. The following were evaluated: height of the dilated stem; Length of the crown; Total length of shoot; dilated stem diameter; Crown diameter; Number of leaves; Leaf area; Dry matter of crown, dilated stem, shoot, roots and total. The quantitative data were submitted to analysis of variance. The averages were compared by the Tukey test at 5% probability. The seedlings of *Beaucarnea recurvata* Lem. presented high percentage of formatiton, regardless of the time of the year in the substrates Carolina Soil®, Basaplant® and Vermiculite, faster development in the spring and more vigorous seedlings in the commercial substrates Carolina Soil® and Basaplant®.

Key words: elephant foot; ornamental plant; seedlings; landscaping.

1. INTRODUÇÃO

A pata-de-elefante (*Beaucarnea recurvata* Lem.) é uma espécie semi-arbustiva, pertencente à família Asparagaceae, nativa do México, com cerca de 3-5 metros de altura, apresenta tronco geralmente não ramificado, muito dilatado na

base com um tufo de folhas coriáceas e côncavas na extremidade. Tal característica confere à espécie grande valor ornamental (Lorenzi, 2015). Com ampla utilização na composição de jardins públicos e privados.

Devido seu aspecto escultural, a pata-de-elefante apresenta potencial econômico, necessitando de estudos que visem à maximização de sua produção. É escasso o número de trabalhos que envolvem a fase germinativa, sendo essa, essencial para obtenção de mudas viáveis para a comercialização (Rosa et al., 2014).

As sementes constituem a via de multiplicação mais empregada no cultivo desta espécie. Nesse sentido, a busca de conhecimentos sobre as condições ótimas para a sua germinação e posterior emergência de plântulas é fundamental para a pesquisa científica, a fim de fornecer informações valiosas sobre a propagação (Varela et al., 2005). Neste sentido, o estudo e uso dos substratos para produção de mudas torna-se de grande importância.

Para determinadas espécies a época de semeadura interfere tanto na germinação das sementes quanto no desenvolvimento das mudas em função da variação dos fatores climáticos. As temperaturas mais baixas podem causar a diminuição da taxa de velocidade das reações metabólicas, afetando o início da germinação e posterior desenvolvimento da muda (Carvalho e Nakagawa, 2012; Taiz et al., 2017).

O substrato é um dos fatores extrínsecos mais relevantes no desenvolvimento das mudas em fase de viveiro, pois apresentam fatores que influenciam no percentual de uniformidade, bem como na velocidade de germinação e no desenvolvimento das plantas (Carvalho e Nakagawa, 2012; Dutra et al., 2012).

Os substratos assumem cada vez maior importância na área de horticultura, desempenhando principalmente a função como suporte ao sistema de raízes das plantas. Uma vez que os fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, entre outros, podem variar de acordo com o tipo de material utilizado. Desta forma, sua escolha deve ser criteriosa, pois influencia a qualidade das plantas, bem como nos custos de produção (Popinigis, 1985; Grolli, 1991; Carvalho e Nakagawa, 2012). Por esta razão, a escolha do

substrato adequado é imprescindível, este influencia na germinação das sementes e posterior desenvolvimento das mudas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de duas épocas do ano e substratos comerciais no desenvolvimento inicial das mudas *Beaucarnea recurvata* Lem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação coberta com tela, no qual permite a passagem de 50% de luminosidade, no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, município de Jaboticabal-SP, cujas coordenadas geográficas são 21°15'2" de latitude, 48°16'47" de longitude e 600 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen (1948), o clima de Jaboticabal é subtropical do tipo CWA, cujas temperaturas mínima, média e máxima são 19,8 °C; 24,5 °C e 32,5 °C, respectivamente.

As sementes de *Beaucarnea recurvata* foram coletadas em matrizes de um canteiro localizado na Rotatória Amim Calil na cidade de Ribeirão Preto, SP, no dia 15/04/2018.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 2 x 3 sendo duas épocas de condução (outono e primavera) e três substratos: 1) Carolina Soil® (turfa, vermiculita, casca de arroz torrefada, calcário dolomítico calcinado, fertilizante NPK 14-16-18 e micronutrientes); 2) Basaplant® (turfa, vermiculita, casca de pinus, carvão vegetal e corretivos); 3) Vermiculita média, foram utilizados quatro repetições e 10 sementes por parcela, semeadas individualmente em tubetes.

Os substratos foram adquiridos no comércio local sendo as características químicas e físicas dos substratos comerciais obtidas a partir de dados existentes nas embalagens, informações diretas junto aos fabricantes e análises realizadas no laboratório do Instituto Agrônomo de Campinas, SP (Tabela 1).

Tabela 1: Características físicas e químicas dos substratos comerciais utilizados na produção de mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem.

Table 1: Physical and chemical characteristics of the commercial substrates used in the production of seedlings of *Beaucarnea recurvata* Lem.

Atributos físicos e químicos	Carolina Soil®	Basaplant®
pH (H ₂ O)	5,5	5,5
EC (mS cm ⁻¹)	0,7	0,7
Umidade (%)	60,0	50,0
Densidade seca (kg m ⁻³)	130,0	657,5
CRA (% v/v)	85,0	60,4
N (g Kg ⁻¹)	5,6	4,2
P (g Kg ⁻¹)	1,2	0,0021
K (g Kg ⁻¹)	11,1	0,0965
Ca (g Kg ⁻¹)	11,0	0,0369
Mg (g Kg ⁻¹)	44,3	0,0140
S (g Kg ⁻¹)	1,5	0,0479
B (mg Kg ⁻¹)	30,6	0,1293
Cu (mg Kg ⁻¹)	19,6	0,0274
Fe (g Kg ⁻¹)	17,6	0,0039
Mn (mg Kg ⁻¹)	222,6	0,8487
Zn (mg Kg ⁻¹)	35,7	0,0867

Método de extração: pH e condutividade elétrica (CE) 1:5: método descrito na IN 17 de 21/05/2007; Umidade a 65°C: métodos descritos na IN 17 de 21/05/2007 e IN 31 de 23 de outubro de 2008; Densidade seca: método descrito na IN 17 de 21/05/2007 e IN 31 de 23 de outubro de 2008. Capacidade de Retenção de água (CRA 10): mesa de tensão a 10 cm de coluna d'água (10kPa). Métodos descritos na IN 17 de 21/05/2007 e IN 31 de 23 de outubro de 2008.

Antes de proceder à semeadura foi determinado o teor de água das sementes pelo método de estufa a 105±3 °C, por 24 horas (Brasil, 2009), utilizando duas repetições de dez unidades.

Para instalação do experimento foi realizada a remoção do pericarpo de forma manual, sem auxílio de ferramentas. Após a remoção, a semeadura foi realizada em tubetes com capacidade de 100 cm³, nos dias 03/05/18 (outono) e 25/10/18 (primavera) sendo colocada uma semente por tubete, utilizando 10 tubetes por parcela. A irrigação foi realizada por meio de microaspersores acionados automaticamente, em intervalos de uma hora, com a primeira irrigação às 6 horas e a última às 18 horas, com duração de 5 minutos cada irrigação.

Os dados climáticos durante a realização dos experimentos foram obtidos da estação meteorológica da UNESP/FCAV.

As avaliações foram realizadas quando as raízes das mudas começaram a aparecer na extremidade inferior dos tubetes, ou seja, nos dias 20/08/18 (inverno) e 22/01/19 (verão); para cálculo da porcentagem de mudas formadas, anotou-se o número de mudas que se desenvolveram em cada parcela e foram avaliadas também as seguintes características de crescimento, aleatoriamente, em cinco mudas/parcela: a) Altura do caule dilatado: determinado a partir do nível onde surgem as folhas até o nível onde surgem as raízes, com auxílio de paquímetro digital; b) Comprimento da coroa: determinado a partir do nível do substrato onde surgem as folhas até o ápice da última folha, com auxílio de uma régua graduada; c) Comprimento total da parte aérea: altura do caule dilatado + comprimento da coroa; d) Comprimento do sistema radicular: com auxílio de uma régua graduada e) Diâmetro do caule dilatado: média de duas mensurações do diâmetro do caule dilatado, em diferentes posições, com auxílio de paquímetro digital; f) Diâmetro da coroa: média de duas mensurações do diâmetro, no nível onde surgem as folhas no caule dilatado, com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 1); g) Número de folhas: por meio da contagem das folhas completamente expandidas; h) Área foliar: com auxílio do medidor eletrônico de área foliar LI-COR, modelo 3100; i) Matéria seca da coroa: do caule dilatado, da parte aérea (coroa + caule dilatado), das raízes e total (parte aérea + raízes) em gramas.

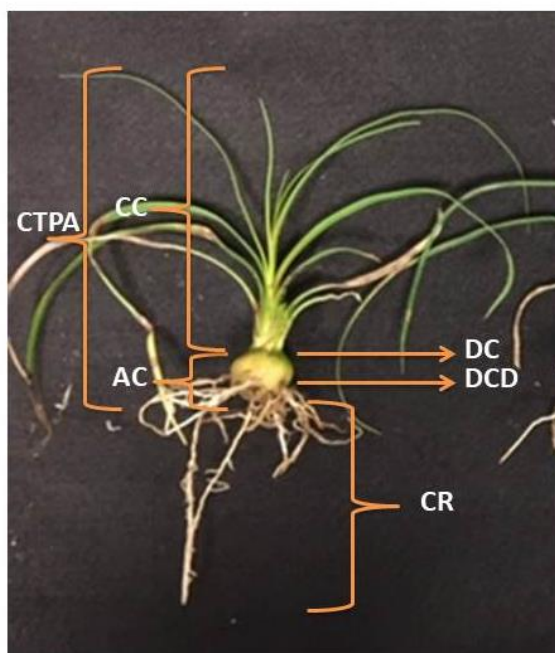


Figura 1: Características de crescimento avaliadas em mudas de *Beaucarnea recurvata*. a) AC: Altura do caule dilatado; b) CC: Comprimento da coroa; c) CTPA: Comprimento total da parte aérea: altura do caule dilatado + comprimento da coroa; d) CR: Comprimento do sistema radicular; e) DCD: Diâmetro do caule dilatado; f) DC: Diâmetro da coroa.

Para determinação da área foliar e matéria seca, as mudas foram retiradas dos tubetes e suas raízes foram lavadas em água corrente para retirar o substrato aderido; após essa lavagem, as mudas foram seccionadas com o auxílio de uma tesoura, separando-se a coroa, o caule dilatado e as raízes; em seguida, procedeu-se a leitura da área foliar, sendo as folhas, o caule dilatado e as raízes acondicionadas separadamente em sacos de papel e colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C até atingirem peso constante, sendo posteriormente pesados em balança de precisão (0,001g) modelo SHIMADZU-AI220.

Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância. Para fins de análise estatística, os dados de porcentagem de mudas formadas foram previamente transformados em arco-seno $(x/100)^{1/2}$. As médias, quando significativas, foram comparadas entre si por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico AgroEstat (Barbosa e Maldonado Júnior, 2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre a época do ano e os substratos foi não significativa para todas as características estudadas. Demonstrando que a época do ano não interfere no tipo de substrato a ser utilizado no cultivo da espécie *Beaucarnea recurvata*. Contudo, a época do ano e o tipo de substrato a ser utilizado interferem independentemente no desenvolvimento desta espécie.

Para porcentagem de mudas formadas não houve diferença entre as épocas nem entre os substratos (Tabela 2). Maiores médias de temperatura e umidade do ar observadas na primavera (Tabela 3) não influenciaram na taxa de germinação de sementes de *Beaucarnea recurvata* como ocorre para muitas espécies.

Tabela 2: Médias de porcentagem de mudas formadas - MF, altura do caule dilatado - AC, comprimento da coroa - CC, comprimento total da parte aérea (AC + CC) - CTPA e comprimento do sistema radicular - CR de mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem. desenvolvidas em duas épocas (outono e primavera) em três substratos (Carolina Soil®, Basaplant® e vermiculita).

Table 2: Averages of Percentages of formed seedlings - FS, height of dilated stem - HDS, crown length - CL, total shoot length (HDS + CL) - TSL and root length - RL of *Beaucarnea recurvata* Lem. seedlings grown in two seasons (autumn and spring) in three substrates (Carolina Soil®, Basaplant® and vermiculite).

	MF (%)	AC (cm)	CC (cm)	CTPA (cm)	CR (cm)
Época					
Outono	75,00 a	0,8773 b	5,24 b	6,12 b	8,14 b
Primavera	76,67 a	1,2035 a	6,70 a	7,91 a	10,52 a
Substrato					
Carolina	80,00 a	1,0683 a	6,47 a	7,53 a	8,53 b
Basaplant	80,00 a	1,0798 a	5,83 ab	6,91 ab	10,84 a
Vermiculita	67,50 a	0,9733 a	5,62 b	6,60 b	8,62 b
CV (%)	14,64	8,88	8,34	7,97	4,31

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3: Dados meteorológicos obtidos durante a produção de mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem. em Jaboticabal, SP, em 2018.

Table 3: Meteorological data obtained during the production of seedlings of *Beaucarnea recurvata* Lem. in Jaboticabal, SP, in 2018.

Mês	Tmínima (°C)	Tmédia (°C)	Tmáxima (°C)	Umidade Relativa (%)	Precipitação (mm)	Insolação (h)
Maio	14,6	20,9	29,3	62,9	8,0	249,9
Junho	15,1	21,1	29,1	63,6	0,0	201,8
Julho	13,3	20,7	29,7	52,6	4,2	272,2
Agosto	14,2	20,4	28,8	62,8	39,7	233,3
Outubro	19,5	24,4	31,1	70,3	157,0	202,0
Novembro	19,7	23,8	29,7	74,8	330,1	170,7
Dezembro	20,2	25,2	32,0	70,0	88,2	243,8
Janeiro	20,9	26,1	32,7	69,2	148,1	260,6

Mayer (1986) comenta que a temperatura, juntamente com a umidade do substrato e a luz, são os principais fatores que influenciam a germinação de sementes. Temperaturas mais baixas podem causar a diminuição da taxa de velocidade das reações metabólicas, afetando os processos essenciais para o início da germinação, retardando a velocidade e aumentando, portanto, o tempo médio de germinação (Carvalho e Nakagawa, 2012; Taiz et al., 2017). Semelhantemente, Santos (2019) também observou que maiores médias de temperatura e umidade do ar observadas na primavera, não influenciaram a taxa de germinação de sementes de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. (Flamboyant-mirim). Já Loureiro (2019), estudando o desenvolvimento de mudas de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth (Ipê-mirim) em duas épocas do ano (outono e primavera) e diferentes substratos, verificou que a porcentagem de emergência das mudas foi superior na primavera.

No presente estudo os teores de água foram 10,78% e 10,34 %, respectivamente no outono e primavera. Isto demonstra que o teor de água não interferiu na porcentagem final de germinação.

Embora não tenha sido observada diferença na taxa de formação de mudas

de *Beaucarnea recurvata* entre as épocas do ano estudadas, verificou-se que as mudas se desenvolveram mais rápido na primavera, sendo o período entre a semeadura e o aparecimento das raízes na extremidade inferior do tubetes de 89 dias e no outono foram 109 dias. Semelhantemente, Loureiro (2019) e Santos (2019) também observaram que mudas de *Tecoma stans* e *Caesalpinia pulcherrima*, respectivamente, também desenvolveram mais rápido na primavera do que no outono.

Para as variáveis, altura do caule dilatado, comprimento da coroa, comprimento total da parte aérea e comprimento do sistema radicular (Tabela 2) das mudas de *Beaucarnea recurvata* desenvolvidas na época da primavera apresentaram as maiores médias em relação à época outono.

Segundo Mollo et al. (2011) as alterações da temperatura ambiental influenciam sensivelmente o crescimento das plantas. Mudanças em poucos graus ocorridas no ambiente natural geralmente levam a alterações significativas nas taxas de crescimento, sendo a temperatura mínima definida como aquela abaixo da qual não há crescimento; temperatura ótima, aquela onde o crescimento atinge a máxima taxa e temperatura máxima, o valor de temperatura acima do qual não há crescimento e a planta pode morrer.

No trabalho de Souza et al. (2017) foi concluído que as temperaturas de 25° C e 30° C são as melhores para a germinação de sementes de *Beaucarnea recurvata*, os resultados de temperatura obtidos na época da primavera estão próximos aos obtidos no trabalho, indicando o melhor desenvolvimento da espécie.

A influência da temperatura sobre a fisiologia das plantas tem sido demonstrada para vários órgãos e tecidos. As baixas temperaturas de outono frequentemente causam a dormência de sementes, gemas ou órgãos subterrâneos, enquanto as temperaturas baixas do inverno contribuem para a quebra de dormência desses mesmos órgãos (Salisbury e Ross 1991).

Apenas as características diâmetro da coroa, número de folhas e área foliar obtiveram maiores médias na época do outono (Tabela 4). Em relação ao diâmetro do caule dilatado não houve diferença significativa.

Tabela 4: Médias de diâmetro do caule dilatado - DCD, diâmetro da coroa - DC, número de folhas – NF e área foliar – AF de mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem. desenvolvidas em duas épocas (outono e primavera) em três substratos (Carolina Soil®, Basaplant® e vermiculita).

Table 4: Averages of Dilated stem diameter - DSD, crown diameter - CD, number of leaves - NL and leaf area - LA of *Beaucarnea recurvata* Lem. seedlings grown in two seasons (autumn and spring) in three substrates (Carolina Soil®, Basaplant® and vermiculite).

	DCD (mm)	DC (mm)	NF	AF (cm ²)
Época				
Outono	6,67 a	5,79 a	7,95 a	2,08 a
Primavera	7,08 a	2,82 b	6,08 b	1,77 b
Substrato				
Carolina	6,73 a	4,39 a	6,98 b	2,04 a
Basaplant	7,05 a	4,41 a	7,45 a	1,95 a
Vermiculita	6,86 a	4,11 a	6,63 b	1,78 a
CV (%)	7,38	5,46	4,92	18,23

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No entanto, a razão entre a área foliar pelo número de folhas, demonstra que apesar de um maior número de folhas no período do outono, estas apresentaram menor desenvolvimento, provavelmente devido às temperaturas mínimas obtidas durante a época do experimento ter sido mais baixas em relação às da primavera (Tabelas 3 e 4).

Em relação às folhas, Majada et al. (2000) citaram que embora as características anatômicas sejam determinadas geneticamente, as condições ambientais têm forte influência sobre a estrutura destas. Perez et al. (2001) verificaram que a diminuição da temperatura de 25 °C para 12 °C acarretava inibição do crescimento (expresso em área foliar) de plantas de *Festuca arundinacea*.

Relacionado aos substratos, Carolina Soil® e Basaplant ® obtiveram as maiores médias para o comprimento da coroa e comprimento total da parte aérea (Tabela 2). E em relação ao comprimento do sistema radicular e o número de folhas,

o substrato Basaplant®, apresentou superioridade em relação aos demais tratamentos (Tabelas 2 e 4).

Poggiani (1974), ao estudar o efeito de alguns nutrientes no desenvolvimento de espécies arbóreas do cerrado, relatou que o nitrogênio e o zinco inibiram a elongação do sistema radicular, porém promoveram o desenvolvimento da parte aérea. Já o fósforo além de inibir a raiz, não promoveu desenvolvimento evidente na parte aérea. Esses resultados alcançados condizem com o efeito inibitório do substrato Carolina Soil® no sistema radicular de *Beaucarnea recurvata* por apresentar maiores teores de nitrogênio, zinco e fósforo em relação ao Basaplant® (Tabela 1).

Para as médias de matéria seca do caule dilatado, da coroa, da parte aérea, das raízes e total, não houve diferença significativa, demonstrando que as características físicas e químicas dos substratos não interferiram nestas variáveis (Tabela 5).

Tabela 5: Médias de matéria seca do caule dilatado (MSB), da coroa (MSC), da parte aérea (MSB + MSC) = MSPA, das raízes (MSR) e total (MSPA + MSR) de mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem. desenvolvidas em duas épocas (outono e primavera) em três substratos (Carolina Soil®, Basaplant® e vermiculita).

Table 5: Averages of Dry matter of dilated stem (DSDM), crown (CDM), shoot (DSDM + CDM) = SDM, roots (RDM) and total (SDM + RDM) of seedlings of *Beaucarnea recurvata* Lem. grown in two seasons (autumn and spring) in three substrates (Carolina Soil®, Basaplant® and vermiculite).

	MSB (g)	MSC (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
Época					
Outono	0,0156 b	0,0264 b	0,0420 b	0,0078 b	0,0499 b
Primavera	0,0305 a	0,0322 a	0,0627 a	0,0134 a	0,0761 a
Substrato					
Carolina	0,0222 a	0,0303 a	0,0526 a	0,0098 a	0,0624 a
Basaplant	0,0256 a	0,0302 a	0,0558 a	0,0110 a	0,0667 a
Vermiculita	0,0214 a	0,0274 a	0,0488 a	0,0110 a	0,0598 a
CV (%)	14,36	13,27	13,16	15,45	12,39

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os substratos comerciais apresentaram melhor desempenho se comparados a vermiculita, devido a sua composição. O sucesso do substrato Carolina Soil® em relação aos outros potenciais substratos deve-se à sua formulação, já que este contém na sua composição turfa canadense, também conhecida como *peat moss* ou turfa de esfagno (Sanches et al., 2010) que, segundo Ristow et al. (2012), esse tipo de turfa traz muitos benefícios, como melhor retenção de água com baixa drenagem.

E o substrato comercial Basaplant® devido ser composto por casca de pinus, turfa fibrosa, vermiculita, carvão e adubação NPK e outros micronutrientes, utilizado para plantas ornamentais e permite uma drenagem equilibrada com boa homogeneidade atendendo os produtores que utilizam manejos diferenciados por cultura.

4. CONCLUSÃO

Mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem. apresentaram alta porcentagem de emergência independente da época nos substratos Carolina Soil®, Basaplant® e Vermiculita.

Mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem. apresentaram o desenvolvimento mais rápido durante a época da primavera.

Mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem. foram mais vigorosas nos substratos comerciais Carolina Soil® e Basaplant®.

5. REFERÊNCIAS

Barbosa JC, Maldonado Júnior W (2015) Experimentação Agronômica, AgroEstat; Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agronômicos. Gráfica Multipress: Jaboticabal. 396 p.

Brasil (2009) Regras para análise de sementes. 1ª ed. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária/MAPA/ACS. 399 p.

Carvalho NM, Nakagawa J (2012) Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP. 588 p.

Dutra TR, Massad MD, Sarmento MFQ, Oliveira JC (2012) Emergência e crescimento inicial da canafístula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. **Revista Caatinga** 25:65-71.

Grolli PR (1991) **Composto de lixo domiciliar urbano como condicionador de substratos para plantas arbóreas**. 125 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Köppen W (1948) Climatologia: comum estudo de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 478 p.

Lorenzi H (2015) Plantas para jardim no Brasil: herbáceas, arbustivas e trepadeiras. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1120 p.

Loureiro ASAL (2019) **Época de semeadura e substrato na produção de mudas de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth**. 17 f. Trabalho de conclusão de Curso - Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Jaboticabal.

Majada JP, Tadeo F, Sánchez-Tamés R (2000) Impact of culture vessel ventilation on the anatomy and morphology of micropropagated carnation. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture** 63:207-214.

Mayer AM (1986) How do seed their environmental some biochemical aspects of the sensing of water potencial, light and temperature. **Israel Journal of Botany** 35:3-16.

Mollo L, Martins MC, Oliveira VF, Nievola CC, Rita de Cássia L (2011) Effects of low temperature on growth and non-structural carbohydrates of the imperial bromelia *Alcantarea imperialis* cultured in vitro. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture** 107:141-147.

Perez P, Morcuende R, Molino IM, Puente LS , Martinez-Carrasco R (2001) Contrasting responses of photosynthesis and carbon metabolism to low temperatures in tall fescue and clover. **Physiologia Plantarum** 112: 478-486.

Poggiani, F (1974) Efeito de alguns nutrientes sobre o crescimento inicial de duas espécies arbóreas do cerrado. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais-IPEF** 8:3-12.

Popinigis F (1985) Fisiologia da semente. Brasília: Agiplan, 289 p.

Ristow NC, Antunes LEC, Carpenedo S (2012) Substratos para o enraizamento de microestacas de mirtilheiro cultivar Georgia. **Revista Brasileira de Fruticultura** 34:262-268.

Rosa YBCJ, Santo ORE, Guimarães RC, De Macedo MC, Tatara MB, Junior EJ (2014) Efeito do substrato, do pericarpo e de tratamentos pré-germinativos na emergência de plântulas de pata-de-elefante (*Beaucarnea recurvata* Lem.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** 20:13-20.

Salisbury FB, Ross CW (1991) Plant Physiology. California: Wadsworth Publishing Company, 682 p.

Sanches LVC, Pereira SF, Villas Bôas RL (2010) Avaliação da uniformidade entre lotes de substrato em sistema de produção automatizado. In: VII Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas, **Anais Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas** Goiânia:UFG, p.1-16.

Santos AS (2019) **Época de semeadura e substrato na produção de mudas de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.** 33 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Jaboticabal.

Souza MS, Pereira STS, Nogueira MR, Costa CRX, Pivetta KFL, Chioda LB (2017) Influência da temperatura na germinação de pata de elefante (*Beaucarnea recurvata*

Lem). In: 1º SIMPÓSIO DE PROPAGAÇÃO DE PLANTAS E PRODUÇÃO DE MUDAS, **Anais SIMPMUDAS** Ribeirão Preto:SPPPM. p.14-17.

Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A (2017) Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Porto Alegre: ARTMED EDITORA, 888 p.

Varela V, Costa S, Ramos M (2005) Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev) - Leguminosae, Caesalpinoideae. **Acta Amazonica** 35:35-39.