

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

**ÉPOCA DE SEMEADURA E SUBSTRATO NA PRODUÇÃO
DE MUDAS DE *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.**

Águila Silva Santos
Engenheira Agrônoma

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

**ÉPOCA DE SEMEADURA E SUBSTRATO NA PRODUÇÃO
DE MUDAS DE *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.**

Águila Silva Santos

Orientadora: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Coorientador: Prof. Dr. Rinaldo Cesar de Paula

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

S237e

Santos, Águila Silva

Época de semeadura e substrato na produção de mudas de
Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw. / Águila Silva Santos. -- Jaboticabal,
2019

21 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Coorientador: Rinaldo Cesar de Paula

1. Fabaceae. 2. Semeadura. 3. Mudas. 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 DISSERTAÇÃO: ÉPOCA DE SEMEADURA E SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.

AUTORA: ÁGUILA SILVA SANTOS


ORIENTADORA: KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA

COORDENADOR: RINALDO CESAR DE PAULA

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



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



Dr. MARCOS VIEIRA FERRAZ
Agrônomo Autônomo / Botucatu/SP



Dra. RENATA GIMENES
Ribersolo Laboratório de Análises do Solo e Foliar / Ribeirão Preto/SP

Jaboticabal, 15 de março de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ÁGUILA SILVA SANTOS – Nasceu na cidade de Bragança, estado do Pará, em 28 de fevereiro de 1992, filha de Carlos Moreira dos Santos e Francisca Silva Santos. Coursou o ensino médio no colégio Centro Educacional de Castanhal, no município de Castanhal - PA. Em março de 2010, ingressou no Curso de Agronomia do Instituto Federal do Pará de Educação, Ciência e Tecnologia - IFPA, Câmpus de Castanhal, onde se graduou Bacharel em Agronomia em junho de 2016. Durante o período de graduação foi bolsista no Programa de Educação Tutorial – PET Agronomia, na cidade de Castanhal. Também na graduação realizou um intercâmbio sanduíche na Universidade Estadual do Arizona (ASU), pelo Programa Ciência Sem Fronteiras, na cidade de Tempe - AZ. Realizou estágio supervisionado de extensão rural na empresa pública de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER - PA. Estagiou na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, no laboratório de Fisiologia Vegetal. Em março de 2017, iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia no Programa de Pós-Graduação - Produção Vegetal, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista - FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, orientada pela Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta e coorientada pelo Prof. Dr. Rinaldo Cesar de Paula, sendo bolsista Capes desde março 2017, concluindo-o em março de 2019.

“Suba o primeiro degrau com fé.

Não é necessário que você veja toda a escada.

Apenas dê o primeiro passo.”

(Martin Luther King)

A minha família, em especial aos meus pais, Carlos e Francisca,
meus irmãos, Avylon, Alexandre, Alessandra, Carlos Augusto,
pelo carinho e amizade,
meus avós, José e Maria (in memorian)
por todo Amor incondicional.
E, aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado.

DEDICO e OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar os caminhos percorridos e guiar aqueles que estão por vir, dando força e coragem para continuar.

Aos meus pais Carlos Moreira dos Santos e Francisca Silva Santos, pelo apoio, carinho, confiança, amor e paciência, sem eles eu não seria e nem chegaria aonde cheguei.

Ao meu irmão Avylon Silva Santos, pelo companheirismo e carinho, mesmo distante geograficamente, sempre fez a diferença.

Aos meus maiores incentivadores para permanecer no caminho da educação e pesquisa, Antônio José Alves da Silva (in memoriam) e minha orientadora na graduação Dra. Louise Ferreira Rosal, minha eterna gratidão.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal (FCAV/UNESP) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), pela excelente formação.

À Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta, que me orientou de maneira segura, tranquila e eficiente na realização desse trabalho, além de dedicar sua amizade, apoio constante, compreensão, estímulo, confiança e respeito demonstrado.

A todos os integrantes do grupo de pesquisa Palmeiras, Plantas Ornamentais e Paisagismo, da FCAV/UNESP - Jaboticabal: Lívia Caroline Praseres de Almeida, Amanda Kelly Dias Bezerra, Cibele Mantovani, Marina Romano Nogueira, Carla Rafaelle Xavier Costa, Ana Carolina Corrêa Muniz, Suzana Targanski Sajovic Pereira.

Aos estudantes de graduação (estagiários) que colaboraram nas avaliações do experimento: Lorena Medeiros, João Eliézer, Taís Rehder, Eduardo Loureiro, Pedro Bertazi.

Aos amigos que estiveram presentes e foram essenciais nos meus dias no município de Jaboticabal - SP, Carlos Almeida, Flávio Cruz, Sonia Carregari, Fabiano Griesang, Ricardo Decaro, Gabriela Moura, Aline Barbosa, Daniele Araújo, Clebson Praxedes, Luciano Medeiros, Caroline Corrêa, Alexsandro Soares, Danilo Passos, Laís Souza, Flavia Fagundes, Bruno Mascaro, Marcelo Odorizi, minha gratidão é imensa pela compreensão, apoio, carinho e companheirismo.

Aos amigos do intercâmbio sanduíche na graduação (Arizona State University), Felipe Santos, Sara Borba, Daiane Almeida, Wed Alfayez, Rayssa Souza, Carla Naiana, Mariana Mulet, Paula de Pinho e Ana Clara Oliveira pelo estímulo contínuo.

Aos meus familiares e amigos da cidade de Castanhal - PA, pela paciência e amor durante a realização deste trabalho na pós-graduação.

Ao Departamento de Produção Vegetal da UNESP/FCAV – Jaboticabal, em especial aos funcionários, Rosane Aparecida Betioli Innocente, amiga e secretária, Wagner Aparecido Tarina, amigo e assistente operacional e ao funcionário Adevair Pugliano pela sua colaboração no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1 CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Importância da família Fabaceae	2
2.2 <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw	2
2.3 Época de semeadura	3
2.4 Substratos	4
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
2. CAPÍTULO 2 - Época de semeadura e substrato na produção de mudas de <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.....	7
RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
3. RESULTADOS	13
4. DISCUSSÃO.....	16
5. CONCLUSÃO.....	19
6. REFERÊNCIAS.....	19

ÉPOCA DE SEMEADURA E SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.

RESUMO - Popularmente conhecida como flamboyant-mirim, flamboyanzinho e flor-do-paráíso, a espécie *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. é originária da América Central. Devido ao longo período de floração e à beleza de suas flores, esta espécie tem sido amplamente utilizada no paisagismo e também na arborização urbana. A germinação das sementes e o posterior desenvolvimento das mudas, são afetados por vários fatores como a época de semeadura e substrato. A época de semeadura interfere tanto na germinação das sementes quanto no desenvolvimento das mudas, produção e outras características agrônômicas, em função da variação dos fatores do ambiente que reagem entre si e interagem com a planta. O substrato interfere diretamente na qualidade das plantas, devido à variação de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, as quais podem afetar a germinação e o desenvolvimento das mudas. O objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito da época de semeadura e de substratos comerciais na produção de mudas de *Caesalpinia pulcherrima*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 2 x 4 sendo duas épocas de condução (outono e primavera) e quatro substratos comerciais com diferentes composições: 1) Carolina Soil®; 2) Basaplant®; 3) Bioplant® e 4) Maxfértil®; foram cinco repetições e dez sementes por parcela. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias, quando significativas, foram comparadas entre si por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Mudas de *Caesalpinia pulcherrima* apresentaram: a) alta porcentagem de emergência independente da época, nos substratos Carolina Soil®, Basaplant®, e Maxfértil®; b) desenvolvimento mais rápido na primavera, porém mudas de melhor qualidade no outono; c) mudas mais vigorosas nos substratos comerciais Carolina Soil® (primavera) e Maxfértil® (outono).

Palavras-chave: Flamboyant-mirim; Germinação de sementes; Arborização urbana, Paisagismo.

SOWING SEASON AND SUBSTRATE IN PRODUCTION OF SEEDLINGS OF *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.

ABSTRACT - Popularly known as flamboyant-mirim, flamboyanzinho and paradise flower, the species *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. is native to Central America. Due to long flowering period and beauty of its flowers, this species has been widely used in landscaping and urban arborization. Seed germination and seedlings development are affected by many factors such as sowing time and substrate. The sowing season interferes both in seed germination and seedling development. Besides, production and other agronomic characteristics, as a function of variation of environmental factors that react with one another and interact with plant. The substrate directly interferes in quality of plants, due to variation of their physical, chemical and biological properties, which can affect germination and development of seedlings. The aim of this work was to study effect of sowing season and commercial substrates in production of *Caesalpinia pulcherrima* seedlings. The experimental design was completely randomized. The treatments were arranged in 2 x 4 factorial scheme, two conduction seasons (autumn and spring) and four commercial substrates with different compositions: 1) Carolina Soil®; 2) Basaplant®; 3) Bioplant® and 4) Maxfertil®; were five replicates and ten seeds per parcel. Data collected were submitted to analysis of variance and averages, when significant, were compared to each other by Tukey test at 5% of probability. Seedlings of *Caesalpinia pulcherrima* showed: a) high percentage of emergence independent of time in substrates Carolina Soil®, Basaplant® and Maxfertil®; b) faster development in spring than fall, but better seedlings in fall; c) more vigorous seedlings in Carolina Soil® (spring) and Maxfertil® (autumn) commercial substrates.

Key words: Flamboyant-mirim; Seeds germination; Urban arborization; Landscaping.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae, *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw., comumente conhecida como flamboyant-mirim flamboyanzinho e baio-de-estudante é originária da América Central. Devido ao longo período de floração e à beleza de suas flores, esta espécie tem sido amplamente utilizada no paisagismo e também na arborização urbana; produz sementes durante o ano inteiro e é propagada de forma sexuada (Lorenzi et al., 2003; Lorenzi, 2009).

A germinação das sementes, processo utilizado na produção de mudas de *C. pulcherrima*, bem como, o posterior desenvolvimento das mudas, são afetados por vários fatores como a época de semeadura e o substrato.

A época de semeadura interfere tanto na germinação das sementes quanto no desenvolvimento das mudas, produção e outras características agrônômicas, 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; Nakagawa, 2012; Taiz et al., 2017).

O substrato é um dos fatores externos mais importantes no desenvolvimento de mudas no viveiro, influenciando tanto na germinação de sementes quanto no crescimento das mudas, o que favorece a sua produção em um curto período de tempo a baixo custo (Dutra et al., 2012).

No Brasil, a produção de mudas em viveiro é feita utilizando substratos formulados a partir de matérias-primas diversas, preparados na própria empresa produtora de mudas, 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 com adição ou não de nutrientes.

Não foram encontrados estudos sobre época de semeadura nem sobre substratos comerciais na produção de mudas de *C. pulcherrima*, assim, devido

à importância da espécie e visando elucidar aspectos que maximize a produção de mudas, o objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito da época de semeadura e de substratos comerciais na produção de mudas de *Caesalpinia pulcherrima*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da família Fabaceae

A família Fabaceae (Leguminosae), distribuída em regiões tropicais é a terceira maior família de Angiospermas, com aproximadamente 727 gêneros e 19.325 espécies; é subdividida em 3 subfamílias bastante distintas: Faboideae, Caesalpinioideae e Mimosoideae (Lewis et al., 2005).

A maioria das espécies das leguminosas possui relação simbiótica de suas raízes com as bactérias do gênero *Rhizobium*, no qual fixam o nitrogênio da atmosfera, característica de grande importância ecológica (Wojciechowski, 2004).

2.2. *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Swartz

Popularmente conhecida como flamboyant-mirim, maravilha, flamboyanzinho e flor-do-paráiso a espécie *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. (Fabaceae: Caesalpinioidea) é originária da América Central; caracteriza-se por ser um arbusto lenhoso, ereto, medindo de 3 a 4 metros de altura (Lorenzi; Souza, 2008). As sementes da *C. pulcherrima* são encontradas dentro do fruto, tipo legume ou vagem, deiscente, polispérmico, apresentando em média sete sementes, que apresentam formato oblongo-ovalado. O embrião é do tipo axial linear com eixo hipocótilo-radícula reto (Araújo Neto, 2014).

A espécie tolera bem o calor e a estiagem (Gilman e Watson, 2003), podendo ser utilizada como cerca viva e quebra-ventos, bem como na arborização de cidades (Oliveira et al., 2010).

2.3. Época 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.

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).

A época de semeadura é definida por um conjunto de fatores do ambiente que reagem entre si e interagem com a planta, afetando o desenvolvimento, a produção e outras características agrônômicas (Barros et al., 2003; Peixoto et al., 2008).

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, afeta 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, gravidade, altitude e latitude também podem estar envolvidos 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).

2.4. Substratos

Substrato é definido como o meio onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas na ausência de solo (Kampf, 2000a). No processo de produção de mudas, o substrato interfere diretamente na qualidade das plantas, devido à variação de suas propriedades físicas, químicas e biológicas,

as quais podem afetar a germinação das sementes e o crescimento das mudas (Silva et al., 2011; Dutra et al., 2012).

Desta forma, reúne características físico-químicas que ãpm, respectivamente, retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes, de modo que atendam a necessidade da planta (Cunha et al., 2006). Fatores como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e grau de infestação de patógenos podem variar de um substrato para outro, interferindo no processo de emergência e desenvolvimento das mudas (Santos et al., 2005; Moraes et al., 2007).

Quando a propagação é por sementes, o substrato é de fundamental importância para a formação da muda, fornecendo condições ideais para a germinação e desenvolvimento do sistema radicular, devendo-se atentar para ausência de patógenos, riqueza em nutrientes essenciais, pH adequado, boa textura e estrutura (Silva et al., 2001).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo Neto JC., Camara CA, Ferreira VM, Lessa BFT, Oliveira YM (2014) Caracterização morfológica, germinação e conservação de sementes de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. (Fabaceae: Caesalpinioidea). **Semina: Ciências Agrárias** 35:2287-2299. Doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2287
- 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.
- Carvalho NM, Nakagawa J (2012) **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 590 p.
- Cunha AM, Cunha GM, Sarmento RA, Cunha GM, Amaral JFT (2006) Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore** 3:207-214. dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000200007
- 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, 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.
- Gilman EF, Watson D (2003) **Caesalpinia pulcherrima Dwarf Poinciana. USDA Forest Service Fact Sheet ST-107**. p. 3. Disponível em: <<http://www.edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/ST/ST10700.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2019.
- 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/185902apostilaproduc_aovegetalpdf>. Acesso em: 12 fev. 2019.
- Kampf NA (2000a) **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária. p. 254.
- Lewis G, Schire B, Mackinder B, Lock M (2005) **Legumes of the World**. Kew: The Royal Botanic Gardens. p.577.
- Lorenzi H (2009) **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum. p.384.
- Lorenzi H, Souza HM (2008) **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. Nova Odessa: Plantarum. p. 1088.
- Lorenzi H, Souza HM, Torres MAV, Bacher LB (2003) **Árvores Exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Plantarum. p. 368

Moraes LAC, Garcia TB, Sousa NR, Moreira A (2007) Indução de brotação apical em mudas provenientes de sementes e do enraizamento de estacas de mangostãozeiro. **Acta Scientiarum Agronomy** 29:665-669. dx.doi.org/10.1590/S1807-86212007000500011

Oliveira LM, Bruno RLA, Gonçalves EP, Lima Júnior AR (2010) Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. Leguminosae. **Revista Caatinga** 23:71-76.

Peixoto C P, 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.

Rocha YT (2010) Distribuição geográfica e época de florescimento do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* LAM. - LEGUMINOSAE). **Revista do Departamento de Geografia** 20:23-26.

Santos CE, Roberto SR, Martins ABG (2005) Propagação do biribá (*Rollinia mucosa*) e sua utilização como porta-enxerto de pinha (*Annona squamosa*). **Acta Scientiarum Agronomy** 27:433-436. Doi: 10.4025/actasciagron.v27i3.1404

Silva EA, Oliveira AC, Mendonça V, Soares FM (2011) Substratos na produção de mudas de mangabeira em tubetes. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 41:279-285.

Silva RP, Peixoto JR, Junqueira NTV (2001) Influência de diversos substratos no desenvolvimento de muda de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). **Revista Brasileira de Fruticultura** 23:377-381.

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

Wojciechowski MF, Lavin M, Sanderson MJ (2004) Phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid *Matk* gene resolves many well-supported subclades with in the family. **American Journal of Botany** 91:1846-1862. Doi: 10.3732/ajb.91.11.1846.

CAPÍTULO 2 - ÉPOCA DE SEMEADURA E SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.

RESUMO – Popularmente conhecida como flamboyant-mirim, flamboyanzinho e flor-do-paráiso, a espécie *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. é originária da América Central. Devido ao longo período de floração e à beleza de suas flores, esta espécie tem sido amplamente utilizada no paisagismo e também na arborização urbana. A germinação das sementes e o posterior desenvolvimento das mudas, são afetados por vários fatores como a época de semeadura e substrato. A época de semeadura interfere tanto na germinação das sementes quanto no desenvolvimento das mudas, produção e outras características agrônômicas, em função da variação dos fatores do ambiente que reagem entre si e interagem com a planta. O substrato interfere diretamente na qualidade das plantas, devido à variação de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, as quais podem afetar a germinação e o desenvolvimento das mudas. O objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito da época de semeadura e de substratos comerciais na produção de mudas de *Caesalpinia pulcherrima*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 2 x 4 sendo duas épocas de condução (outono e primavera) e quatro substratos comerciais com diferentes composições: 1) Carolina Soil®; 2) Basaplant®; 3) Bioplant® e 4) Maxfértil®; foram cinco repetições e dez sementes por parcela. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias, quando significativas, foram comparadas entre si por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Mudas de *Caesalpinia pulcherrima* apresentaram: a) alta porcentagem de emergência independente da época, nos substratos Carolina Soil®, Basaplant®, e Maxfértil®; b) desenvolvimento mais rápido na primavera, porém mudas de melhor qualidade no outono; c) mudas mais vigorosas nos substratos comerciais Carolina Soil® (primavera) e Maxfértil® (outono).

Palavras-chave: Flamboyant-mirim; Germinação de sementes; Arborização urbana, Paisagismo.

**SOWING SEASON AND SUBSTRATE IN PRODUCTION OF SEEDLINGS OF
Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw.**

ABSTRACT - Popularly known as flamboyant-mirim, flamboyanzinho and Paradise flower, the species *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. is native to Central America. Due to long flowering period and beauty of its flowers, this species has been widely used in landscaping and urban arborization. Seed germination and seedlings development are affected by many factors such as sowing time and substrate. The sowing season interferes both in seed germination and seedling development. Besides, production and other agronomic characteristics, as a function of variation of environmental factors that react with one another and interact with plant. The substrate directly interferes in quality of plants, due to variation of their physical, chemical and biological properties, which can affect germination and development of seedlings. The aim of this work was to study effect of sowing season and commercial substrates in production of *Caesalpinia pulcherrima* seedlings. The experimental design was completely randomized. The treatments were arranged in 2 x 4 factorial scheme, two conduction seasons (autumn and spring) and four commercial substrates with different compositions: 1) Carolina Soil®; 2) Basaplant®; 3) Bioplant® and 4) Maxfertil®; were five replicates and ten seeds per parcel. Data collected were submitted to analysis of variance and averages, when significant, were compared to each other by Tukey test at 5% of probability. Seedlings of *Caesalpinia pulcherrima* showed: a) high percentage of emergence independent of time in substrates Carolina Soil®, Basaplant® and Maxfertil®; b) faster development in spring than fall, but better seedlings in fall; c) more vigorous seedlings in Carolina Soil® (spring) and Maxfertil® (autumn) commercial substrates.

Key words: Flamboyant-mirim; Seeds germination; Urban arborization; Landscaping.

1. INTRODUÇÃO

Amplamente utilizada no paisagismo e na arborização urbana, *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. pertence à família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae; originária das Antilhas, é popularmente conhecida como flamboyant-mirim, flor-do-paraíso e flamboyanzinho. É um arbusto lenhoso com 3 a 4 m de altura que pode ser conduzido como arvoreta; apresenta florescimento exuberante e as inflorescências se formam principalmente na primavera e no verão; multiplica-se por sementes (Lorenzi, 2013).

O estudo de fatores que interferem na germinação de sementes, processo utilizado na produção comercial de mudas de *C. pulcherrima*, e o subsequente desenvolvimento das plantas, é importante para produzir lotes uniformes, sem perdas, num curto espaço de tempo, além de mudas vigorosas.

A época do ano 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).

No Brasil, a produção de mudas em viveiro é feita utilizando substratos formulados a partir de matérias-primas diversas, preparados na própria empresa produtora de mudas, 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 com adição ou não de nutrientes.

Um bom substrato para a formação de mudas deve apresentar algumas características como disponibilidade de aquisição e transporte, ausência de

patógenos, riqueza em nutrientes essenciais, pH adequado, textura e estrutura (Silva et al., 2001), uma vez que os nutrientes contidos nos substratos são fatores que afetam tanto a germinação quanto o desenvolvimento do sistema radicular para as plantas (Nogueira et al., 2012).

Embora *C. pulcherrima* seja muito utilizada no Brasil, há poucos estudos que visem maximizar o processo de produção de mudas. Esta espécie tem mostrado diferenças no desenvolvimento inicial das mudas quando semeada em substratos, puros ou em mistura (Sousa et al., 2014; Alves et al., 2017; Moreira et al., 2018), no entanto, não há relatos sobre a germinação e desenvolvimento das mudas em substratos comerciais.

Baseado no exposto, este trabalho teve o objetivo de estudar o efeito da época de semeadura e de substratos comerciais na produção de mudas de *Caesalpinia pulcherrima*.

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 UNESP/FCAV, 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, 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 (Galzerano et al., 2012).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 2 x 4 sendo duas épocas de condução (outono e primavera) e quatro substratos comerciais com diferentes composições: 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) Bioplant® (vermiculita, casca de pinus, serragem, fibra de coco, casca de arroz, cinza, esterco, gesso agrícola, carbonato de cálcio, termofosfato magnesiano e fertilizantes) e 4) Maxfértil® (casca de pinus, fosfato natural, casca de arroz carbonizada, vermiculita e fertilizante NPK); foram cinco repetições e 10 sementes por parcela, semeadas individualmente em tubetes.

Os substratos foram adquiridos no comércio local sendo as características químicas e físicas obtidas a partir de dados existentes na embalagem, 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 *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.

Atributos químicos e físicos	Carolina Soil®	Basaplant®	Bioplant®	Maxfértil®
pH (H ₂ O)	5,5	5,5	5,5	5,5
EC (mS cm ⁻¹)	0,7	0,7	1,0	0,4
Umidade (%)	60,0	50,0	55,0	58,0
Densidade seca (kg m ⁻³)	130,0	657,5	170,0	310
CRA (% v/v)	85,0	60,4	69,0	52,4
N (g Kg ⁻¹)	5,6	4,2	4,7	4,3
P (g Kg ⁻¹)	1,2	0,0021	2,5	2,3
K (g Kg ⁻¹)	11,1	0,0965	3,0	1,1
Ca (g Kg ⁻¹)	11,0	0,0369	8,5	11,4
Mg (g Kg ⁻¹)	44,3	0,0140	7,9	3,2
S (g Kg ⁻¹)	1,5	0,0479	1,4	0,6
B (mg Kg ⁻¹)	30,6	0,1293	36,4	36,1
Cu (mg Kg ⁻¹)	19,6	0,0274	15,4	37,2
Fe (g Kg ⁻¹)	17,6	0,0039	16,3	21,5
Mn (mg Kg ⁻¹)	222,6	0,8487	259,1	315,0
Zn (mg Kg ⁻¹)	35,7	0,0867	56,7	111,7

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 úmida e 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.

Os experimentos foram instalados a partir de sementes colhidas no outono, Câmpus da UNESP/FCAV. Antes de proceder a 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.

A semeadura foi realizada em tubetes com capacidade de 100 mL, 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 (Tabela 2).

Tabela 2. Dados meteorológicos obtidos durante a produção de mudas de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. em Jaboticabal, SP, em 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
Outubro	19,5	24,4	31,1	70,3	157,0	202,0

A avaliação foi realizada quando as raízes das mudas começaram a aparecer na extremidade inferior dos tubetes. Para o cálculo da porcentagem de emergência, anotou-se o número de mudas que se desenvolveram, nos 10 tubetes/parcela. Para avaliação das características qualitativas, foram anotados as seguintes variáveis, aleatoriamente, em cinco mudas/parcela: a) Comprimento da parte aérea, determinado a partir do nível do substrato até o ápice da última folha, com auxílio de uma régua graduada em cm; b) Diâmetro do caule em mm, medida na altura do colo da plântula, com o auxílio de um paquímetro digital; c) Contagem do número de folhas completamente expandidas; d) Área foliar, com o auxílio do medidor eletrônico de área foliar LICOR, modelo 3100; e) Massa seca da parte aérea, em gramas; f) Massa seca do sistema radicular, em gramas; e g) Massa seca total em gramas, obtida por meio da soma da massa seca da parte aérea e da massa seca da raiz.

Para determinar a área foliar e a massa seca da parte aérea e do sistema radicular, as mudas foram retiradas dos tubetes e suas raízes foram lavadas para retirar o substrato aderido e, após a 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.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância. Para fins de análise estatística, os dados de porcentagem de emergência 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 utilizando o programa estatístico AgroEstat (Barbosa e Maldonado Júnior, 2015).

3. RESULTADOS

A interação entre a época do ano e os substratos foi não significativa para porcentagem de emergência, comprimento da parte aérea e diâmetro do caule (Tabela 3).

As porcentagens de emergência das mudas de *Caesalpinia pulcherrima* foi alta tanto no outono (91%) quanto na primavera (95%) não havendo diferença significativa entre as épocas. Houve diferença estatística entre os substratos, sendo que Carolina Soil®, Basaplant® e Maxfértil® apresentaram médias significativamente superiores (95%, 96% e 96% respectivamente) quando comparados com Bioplant® que apresentou média de 85% de emergência (Tabela 3).

Não houve diferença entre as épocas para porcentagem de emergência (Tabela 3), no entanto, houve diferença na velocidade de emergência; o tempo de desenvolvimento inicial das mudas, avaliado desde a semeadura até aparecimento das raízes na extremidade inferior dos tubetes, foi diferente nas duas épocas avaliadas, no outono as raízes começaram a aparecer aos 56 dias e na primavera, aos 18 dias após a semeadura.

Tabela 3. Médias de porcentagem de emergência, comprimento da parte aérea e diâmetro do caule de mudas de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. desenvolvidas em duas épocas (outono e primavera) em quatro substratos comerciais (Carolina Soil®, Basaplant®, Bioplant® e Maxfértil®).

Porcentagem de emergência (%)				
Época				
Outono		Primavera		
91,3 a		95,0 a		
Substratos				
Carolina Soil®	Basaplant®	Bioplant®	Maxfértil®	
95,0 a	96,3 a	85,0 b	96,3 a	
Comprimento da parte aérea (cm)				
Época				
Outono		Primavera		
6,99 b		8,90 a		
Substratos				
Carolina Soil®	Basaplant®	Bioplant®	Maxfértil®	
8,35 a	7,36 c	7,83 b	8,24 a	
Diâmetro do caule (mm)				
Época				
Outono		Primavera		
2,12 a		1,64 b		
Substratos				
Carolina Soil®	Basaplant®	Bioplant®	Maxfértil®	
1,96 a	1,75 b	1,85 ab	1,96 a	

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

Para comprimento da parte aérea e diâmetro do caule, cuja interação foi não significativa, houve diferença entre as épocas, independentemente do substrato, sendo que maior comprimento da parte aérea foi constatado na primavera e maior diâmetro do caule, no outono. Houve diferença também entre os substratos, independentemente da época, sendo maiores médias de comprimento obtidas nos substratos Carolina Soil® e Maxfértil® e maiores médias de diâmetro do caule também para Carolina Soil® e Maxfértil®, porém, não diferiram estatisticamente de Bioplant® (Tabela 3).

A interação entre a época do ano e os substratos foi significativa para número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes e massa seca total (Tabela 4).

Tabela 4. Médias de número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes e massa seca total de mudas de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. desenvolvidas em duas épocas (outono e primavera) em quatro substratos comerciais (Carolina Soil®, Basaplant®, Bioplant® e Maxfértil®).

	Carolina Soil®	Basaplant®	Bioplant®	Maxfértil®
Número de folhas				
Outono	4,70 A a	3,80 A b	4,60 A a	4,90 A a
Primavera	3,00 B a	3,00 B a	3,00 B a	3,00 B a
Área foliar (cm²)				
Outono	15,31 A a	10,07 A c	12,23 A b	14,60 A a
Primavera	10,03 B a	8,02 B b	9,94 B a	9,63 B a
Massa seca da parte aérea (g)				
Outono	0,1076 B b	0,0845 B c	0,1017 A b	0,1359 A a
Primavera	0,1190 A a	0,0990 A b	0,1056 A b	0,1189 B a
Massa seca de raízes (g)				
Outono	0,0772 A ab	0,0726 A b	0,0715 A b	0,0850 A a
Primavera	0,0382 B a	0,0348 B a	0,0349 B a	0,0329 B a
Massa seca total (g)				
Outono	0,1848 A b	0,1572 A c	0,1732 A bc	0,2209 A a
Primavera	0,1632 B a	0,1338 B b	0,1465 B ab	0,1518 B ab

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

Observa-se na tabela 4, que para essas características qualitativas, maiores médias foram obtidas no outono, exceto para massa seca da parte aérea.

Observou que, no outono, o substrato Maxfértil® foi o único que apresentou médias estatisticamente superiores em todas as características estudadas. Menores medias foram observadas no substrato Basaplant® que não diferiu estatisticamente de Bioplant® e Carolina Soil® para massa seca de raízes e de Bioplant® para massa seca total (Tabela 4).

Já na primavera, o substrato Carolina Soil® foi o único que apresentou maiores médias em todas as variáveis estudadas, Maxfértil® apresentou maiores médias para a maioria das características, exceto para massa seca total, onde não diferiu estatisticamente dos demais. Para número de folhas e massa seca de raízes, não houve diferença significativa entre os substratos. Para área foliar, média significativamente inferior foi observada para Basaplant®; para massa seca da parte aérea também menor média foi observada no Basaplant® que não diferiu estatisticamente do Bioplant® e para

massa seca total, o Basaplant® também apresentou menor média não diferindo estatisticamente de Bioplant® e Maxfértil® (Tabela 4).

A época do ano interferiu na qualidade da muda, observou-se que no outono as mudas apresentaram maiores médias para diâmetro do caule (Tabela 3), número de folhas, área foliar, massa seca de raízes e total (Tabela 4). Já na primavera, maiores médias foram observadas para comprimento da parte aérea (Tabela 3) e massa seca da parte aérea, exceto para o substrato Bioplant®.

Considerando todas as características estudadas, exceto porcentagem de emergência, de modo geral, maiores médias foram observadas nos substratos comerciais Carolina Soil® e Maxfértil® e menores médias, no Basaplant® (Tabelas 3 e 4).

4. DISCUSSÃO

A germinação de sementes de *Caesalpinia pulcherrima*, neste estudo, foi alta tanto no outono (91%) quanto na primavera (95%), no entanto, nem sempre apresentou altas porcentagens de germinação em nível experimental. Oliveira et al. (2010) trabalhando com métodos para avaliar a superação de dormência das sementes, no final do verão/início de outono, verificaram que as sementes intactas (semelhante ao realizado neste estudo) apresentaram porcentagem de emergência abaixo de 40%; os autores concluíram que a escarificação mecânica com lixa 80, seguida de embebição por 12 e 24 horas, sob temperatura constante de 30 °C foram os métodos mais eficientes na superação da dormência de sementes desta espécie.

Estudando também a germinação de sementes de *C. pulcherrima*, Araújo Neto et al. (2014), semelhantemente à Oliveira et al. (2010), também verificaram que a máxima germinação (70%) foi obtida em sementes incubadas a 30 °C, após escarificação mecânica realizada no lado oposto à micrópila em comparação com sementes intactas (61%), no entanto, em outro experimento realizado no mesmo estudo, com sementes intactas submetidas à diferentes períodos de secagem, os autores verificaram altas porcentagens de germinação (95 a 99%) em sementes com teor de água que variou de 7% (95% de germinação) a 2,8% (88% de germinação) chegando a 99% de germinação

no teor de água de 4,9. No presente estudo o teor de água foi 13,18% e 9,12%, respectivamente no outono e primavera. Isto mostra que o teor de água não interferiu na porcentagem final de germinação.

Estudos têm demonstrado que sementes de flamboyant - mirim apresentam característica de dormência física devido a impermeabilidade do tegumento à água (Araújo Neto et al., 2014), que pode ser superado por raspagem mecânica (Oliveira et al., 2010) e germinar com sucesso em ampla faixa de temperatura, de 20 a 40 °C (Fonseca e Jacobi, 2011), no entanto, neste estudo, observa-se que não houve necessidade de escarificação já que a porcentagem de emergência foi alta tanto no outono (91%) quanto na primavera (95%) utilizando sementes intactas. Indicando que sementes desta espécie não apresentam dormência.

As mudas se desenvolveram mais rápido na primavera (18 dias) quando comparado com o outono (56 dias). Esta diferença pode ser explicada pelo fato da temperatura e umidade ter sido maior na primavera.

A temperatura, juntamente com a umidade do substrato e a luz, são os principais fatores que influenciam a germinação de sementes (Mayer, 1986). Araújo Neto et al. (2014) já haviam demonstrado que sementes de *C. pulcherrima* germinaram mais rápido em temperaturas mais elevadas. Semelhantemente, sementes de outras espécies como *Psidium friedrichsthalianum* (O. Berg) Nied. (Gentil et al., 2018), *Albizia niopoides* Benth. (Silva et al., 2018), *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg. (Souza et al., 2018), entre outras, também germinaram mais rápido em temperaturas mais elevadas.

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).

A época do ano interferiu na qualidade da muda. Comparando com a primavera, as mudas no outono se desenvolveram lentamente, no entanto, apresentaram desenvolvimento mais satisfatório, já que tiveram maiores médias para a maioria das características estudadas. Na primavera, a precipitação foi consideravelmente maior, o que pode ter favorecido a lixiviação

dos nutrientes existentes nos substratos, prejudicado o desenvolvimento das mudas.

Relacionado aos substratos, no outono, o substrato Maxfértil® foi o que apresentou maiores médias para a maioria das características estudadas, seguido de Carolina Soil®. Já na primavera, Carolina Soil® foi o que apresentou maiores médias para a maioria das características estudadas. De modo geral, menores médias, foram observadas para o substrato Basaplant®.

O pH, condutividade elétrica e características físicas não foram muito distintas entre os substratos, exceto a densidade do Basaplant® que foi elevada ($657,5 \text{ kg m}^{-3}$). Garcia et al. (2011) baseado em outras literaturas, comentam que a densidade seca ideal para substratos de cultivo hortícolas, está entre 400 a 500 kg m^{-3} , sendo assim, esta característica pode ter afetado o bom desenvolvimento das mudas de *C. pulcherrima* no substrato Basaplant®.

O aumento da densidade de substratos acarreta modificações importantes como aumento da resistência mecânica à penetração radicular, redução da aeração, alteração da condutividade elétrica e da disponibilidade de água e nutrientes, o que pode restringir o desenvolvimento das plantas, tendo em vista a necessidade de maior gasto de fotoassimilados para ultrapassar o impedimento físico (Camargo e Alleoni, 1997).

A capacidade de retenção de água dos substratos Carolina Soil®, Basaplant® e Bioplant® estava igual ou acima de 60%, sendo que o substrato Carolina Soil®, que apresentou um dos melhores desempenhos na produção de mudas de *C. pulcherrima*, foi de 85%; estes valores encontrados estão muito acima do indicado por Verdonck et al. (1981), que considera 50% do volume do substrato o mais adequado; somente o substrato Maxfértil® apresentou valores próximos a este. Sendo assim, esta espécie mostrou que não é afetada diretamente por esta característica.

C. pulcherrima respondeu melhor aos substratos com maior quantidade de nutrientes para o melhor desenvolvimento das mudas, já que as maiores médias das características que aferiram a qualidade das plantas foram obtidas nos substratos que apresentaram maior quantidade de nutrientes (Carolina Soil® e Maxfértil®), ao passo que, verificou-se menor desenvolvimento das plantas no substrato comercial Basaplant® que continha baixos níveis de nutrientes.

Estudando a produção de mudas de *C. pulcherrima* em substratos formulados com resíduos orgânicos, Moreira et al. (2018) também verificaram que a elevação dos teores de macro e micronutrientes resultou no aumento do crescimento da planta, indicando que esta espécie é responsiva à adição de nutrientes no substrato.

O substrato comercial Basaplant® apresentou baixa concentração de fósforo, e este nutriente é muito importante para a formação do sistema radicular, e seu fornecimento é fundamental nas fases iniciais do desenvolvimento da planta (Taiz et al., 2017); portanto, a disponibilidade de fósforo no substrato deve ser considerada com muita atenção conforme enfatiza Severino et al. (2006).

5. CONCLUSÃO

Mudas de *Caesalpinia pulcherrima* apresentaram: a) alta porcentagem de emergência independente da época, nos substratos Carolina Soil®, Basaplant®, e Maxfértil®; b) desenvolvimento mais rápido na primavera, porém mudas de melhor qualidade no outono; c) mudas mais vigorosas nos substratos comerciais Carolina Soil® (primavera) e Maxfértil® (outono).

6. REFERÊNCIAS

Alves MM, Alves EU, Araújo LR, Lima MLS. Substrate in the emergence and initial growth of seedlings of *Caesalpinia pulcherrima*. 2017;47(3). doi: dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150433

Araújo Neto JC, Camara CA, Ferreira VM, Lessa BFT, Oliveira YMO. Caracterização morfométrica, germinação e conservação de sementes de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. (Fabaceae: Caesalpinioidea). Semina: Ciências Agrárias. 2014; 35(4):2287-99. doi:10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2287

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

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária/MAPA/ACS; 2009.

Camargo AO, Alleoni LRF. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 1997.

Carvalho NM, Nakagawa J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. FUNEP: Jaboticabal; 2012. 5.ed.

Dutra TR, Massad MD, Sarmento MFQ, Oliveira JC. Emergência e crescimento inicial da canafístula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. Revista Caatinga. 2012; 25(2):65-71. ISSN 1983-2125 (online).

Fonseca NG, Jacobi, CM. Germination performance of the invasive *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. And comparison with *Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. and *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. (Fabaceae). Acta Botanica Brasilica, Belo Horizonte v.25, n.1, p.191-197, 2011. Available from: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Accessed: Feb 12, 2019. doi: 10.1590/ S0102-33062011000100022.

Galzerano L, Malheiros EB, Morgado ES, Costa JPR, Caputti GP, Ruggieri AC. Medidas lineares na estimativa da área foliar do capim-aruana. Nucleus Animalium. 2012;4(1). doi: [dx.doi.org/10.3738/na.v4i1.733](https://doi.org/10.3738/na.v4i1.733)

Garcia VA, Modolo VA, Lagôa AMMA, Nomura ES, Sáes LA. Características do resíduo de mineração de areia como componente de substratos para a produção de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth). Revista Árvore. 2011;35(3). doi: [dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000400003](https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000400003)

Gentil DFO, Ferreira SAN, Rebouças ER. Germination of *Psidium friedrichsthalianum* (O. Berg) Nied. seeds under different temperature and storage conditions. Journal of Seed Science. 2018; 40(3):246-52. doi: doi.org/10.1590/2317-1545v40n3179617

Lorenzi H. Plantas para jardim no Brasil: herbáceas, arbustivas e trepadeiras. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2013. ISBN 97885867144005.

Mayer AM. How do seed their environmental some biochemical aspects of the sensing of water potencial, light and temperature. Israel Journal of Botany. 1986;35:3-16. doi: 10.1080/0021213x.1986.10677033

Moreira FM, Nóbrega RSA, Santos RP, Silva CC, Nóbrega JCA. Cultivation of *Caesalpinia pulcherrima* L. Sw. in regional substrates. Revista Árvore. 2018;42(2). doi: [dx.doi.org/10.1590/1806-90882018000200012](https://doi.org/10.1590/1806-90882018000200012)

Nogueira NW, Ribeiro MCC, Freitas RMO, Matuoka MY, Sousa V. Emergence and initial development of *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. seedlings for different substrates. Revista Agro@mbiente On-line. 2012;6(1):17-24. ISSN 1982-8470 (online).

Oliveira LM, Bruno RLA Gonçalves EP, Lima Júnior AR. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. – Leguminosae. Revista Caatinga. 2010;23(1):716. ISSN 1983-2125 (online).

Severino LS, Lima RLS, Beltrão NDM. Composição química de onze materiais orgânicos utilizados em substratos para produção de mudas. Campina Grande: Embrapa Algodão; 2006. (Boletim técnico, 278,). ISSN 0102-0099

Silva DYB, Silva AMP, Farias SGG, Silva RB, Matos VP, Silva LS. Substrate and temperature on germination and performance of *Albizia niopoides* Benth. seedlings. *Ciência Rural*. 2018;48(3). doi: dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20161043

Silva RP; Peixoto, JR.; Junqueira, NTV. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2001;23(2):377-81. doi: dx.doi.org/10.1590/S0100-29452001000200036

Sousa NA, Silva KB, Oliveira ANP, Aguiar VA, Pinto MSC. Emergence and initial growth of seedlings *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Swartz in different substrates. *Revista Agropecuária Técnica*. 2014;35(1):106-12.

Souza MT, Souza MT, Panobianco M. Morphological characterization of fruit, seed and seedling, and seed germination test of *Campomanesia guazumifolia*. *Journal of Seed Science*. 2018;40(1): 75-81. doi: dx.doi.org/10.1590/2317-1545v40n1186143

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

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