



Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Unidade Universitária de Dourados

Programa de Pós- Graduação em Recursos Naturais

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE DOURADOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

**DESENVOLVIMENTO INICIAL E MORFOLOGIA DE
PLÂNTULAS DE CANAFÍSTULA (*Peltophorum dubium*
(Spreng.) Taub.) EM DIFERENTES SUBSTRATOS
ORGÂNICOS VERMICOMPOSTOS**

Angelica Christina Melo Nunes Astolfi

Dourados – MS

Fevereiro/2017



Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Unidade Universitária de Dourados

Programa de Pós- Graduação em Recursos Naturais

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE DOURADOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

**DESENVOLVIMENTO INICIAL E MORFOLOGIA DE
PLÂNTULAS DE CANAFÍSTULA (*Peltophorum dubium*
(Spreng.) Taub.) EM DIFERENTES SUBSTRATOS
ORGÂNICOS VERMICOMPOSTOS**

Acadêmica: Angelica Christina Melo Nunes Astolfi
Orientador: Laércio Alves de Carvalho
Coorientador: Etenaldo Felipe Santiago

“Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Recursos Naturais, área de concentração em Recursos Naturais, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais”.

Dourados – MS
Fevereiro/2017

A876d Astolfi, Angelica Christina Melo Nunes

Desenvolvimento inicial e morfologia de plântulas de canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) em diferentes substratos orgânicos vermicompostos/ Angelica Christina Melo Nunes Astolfi. – Dourados, MS: UEMS, 2017.
58f.

Dissertação (Mestrado) – Recursos Naturais – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Laércio Alves de Carvalho.

1. Bioma-cerrado. 2. Reflorestamento. 3. Vermicomposto. I.
Título.

CDD 23. ed. - 583.74



Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Unidade Universitária de Dourados

Programa de Pós- Graduação em Recursos Naturais

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE DOURADOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

Acadêmica: Angelica Christina Melo Nunes Astolfi

Orientador: Laércio Alves de Carvalho

Coorientador: Etenaldo Felipe Santiago

APROVADO (A) (21/02/2017)

Prof. Dr. Laércio Alves de Carvalho
(orientador)

Prof. Dr. Paulo Leonel Libardi

Prof^a. Dra. Sauria Lucia Rocha de Castro



EPÍGRAFE

É melhor lançar-se à luta em busca do triunfo, mesmo expondo-se ao insucesso, que formar fila com os pobres de espírito, que não sofrem muito, nem gozam muito, vivendo na penumbra cinzenta, sem conhecer a vitória nem a derrota.

Roosevelt.



DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação ao meu esposo Gilberto Astolfi, pelo apoio incondicional e incentivo constante ao longo desta jornada.

Dedico a toda minha família, em especial a minha mãe Mara Cristiana Melo, aos meus avós Cleusa Aparecida Porto Melo e Diomildo Melo, assim como a meu irmão Allan Carlos Melo Ferreira por acreditarem em meu potencial, mesmo quando eu duvido.

Dedico aos meus orientadores Prof. Dr. Laércio Alves de Carvalho e Prof. Dr. Etenaldo Felipe Santiago pela paciência, incentivo e orientação.



AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu esposo Gilberto Astolfi pelo incentivo e apoio, por não ter me permitido desistir, pela paciência e amor que me demonstra em todos os momentos de nossa vida juntos.

Agradeço em especial ao Prof. Dr. Etenaldo Felipe Santiago por ter me acolhido desde o início, por sua orientação, incentivo e pela boa vontade com que me recebeu nas diversas visitas à sua sala.

Agradeço ao Prof. Dr. Laércio Alves de Carvalho pela oportunidade de realizar este trabalho e por toda ajuda ao longo deste curso.

Agradeço ao Prof. Dr. Yzel Rondon Suárez por todas as vezes que disponibilizou seu tempo em prol deste trabalho.

Agradeço a UEMS e a todos os colaboradores da instituição, pela oportunidade e apoio.

Agradeço a todos os professores da Pós Graduação em Recursos Naturais da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, dos quais tive a oportunidade e o prazer de ser aluna, por seus preciosos ensinamentos.

Agradeço a CNPq pelo apoio financeiro por meio da concessão de bolsa de estudo.

Agradeço ao amigo Yaovi Abel Kissi pela inestimável ajuda prestada em tantos momentos cruciais deste trabalho.

Agradeço aos amigos do GeRVe (Grupo de Estudo em Recursos Vegetais) Montcharles Pontes, Michele Nóbrega, Lucas Júnior da Silva Mota, Adaílton Nascimento e Shalini Séfara pelo acolhimento, paciência e ajuda; e as colegas Elaine Novak e Thayne Danieli Schmidt Zolin pelo incentivo e ajuda neste trabalho.

Agradeço a todos os colegas da turma de 2015 da Pós Graduação em Recursos Naturais, em especial Aline Lazzaretti Cassol, Elizabete Maria Maximiano, Taline Stefanello, Pamela Pietro, Talita Cuenca Pina Moreira Ramos, Gabriela Serra do Vale e Warley Batista de Deus pela ótima convivência e companheirismo.

Agradeço as minhas queridas amigas Leyzinara Zenteno Clemente, Jaqueline da Silva Santos, Nislene Pires dos Santos, Ellen Paula da Silva Santos por todos os momentos que passamos juntas, pela força que encontramos em nossa amizade. Jamais me esquecerei de vocês.

SUMÁRIO

RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1.1 INTRODUÇÃO	1
1.2 REVOLUÇÃO AGRÍCOLA E SEUS IMPACTOS NO CERRADO	2
1.3 A IMPORTÂNCIA AMBIENTAL, ECONÔMICA E SOCIAL DO CERRADO.....	3
1.4 A RESTAURAÇÃO EM ÁREAS DEGRADADAS.....	5
1.5 CONSIDERAÇÕES NA ADOÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS PARA REGENERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	6
1.6 SUBSTRATOS: MATÉRIA PRIMA E PROCESSOS DE ESTABILIZAÇÃO	8
1.7 ANÁLISES NECESSÁRIAS À COMPREENSÃO DOS EFEITOS DO SUBSTRATO ADOTADO NO DESENVOLVIMENTO DAS MUDAS	10
1.8 COMPATIBILIZAÇÃO DO USO DE SUBSTRATO ORGÂNICO VERMICOMPOSTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Peltophorum dubium</i>	10
REFERÊNCIAS	11
CAPÍTULO 2 – EMERGÊNCIA E BIOMETRIA DE PLÂNTULAS DE CANAFÍSTULA (<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS VERMICOMPOSTOS	18
2.1 INTRODUÇÃO	18
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS	19
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
2.4 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS	29
CAPÍTULO 3 – ANÁLISE MORFOLÓGICA DE PLÂNTULAS DE CANAFÍSTULA (<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.) PRODUZIDAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS VERMICOMPOSTOS ORGÂNICOS	32
3.1 INTRODUÇÃO	32
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.2.1 Crescimento, Biomassa e Vigor.....	33
3.2.2 Concentração de Nutrientes	35
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
3.4 Conclusão.....	43
REFERÊNCIAS	44



LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Concentrações de conteúdo ruminal e bagaço de cana-de-açúcar nos diferentes tratamentos vermicompostos e descrição do tratamento controle.	20
Tabela 2. Resultados referentes às análises da composição química dos substratos orgânicos vermicompostos.	22
Tabela 3. Percentual de emergência de plântulas de <i>P. dubium</i> produzidas em substratos vermicompostos - V1 (60%CR x 40%BC), V2 (50%CR x 50%BC), V3 (40%CR x 60%BC), V4 (70%CR x 30%BC) e em substrato controle (Plantmax®).	23
Tabela 4. Correlação entre os Nutrientes dos substratos e a Emergência.	23
Tabela 5. Valores Médios de Altura e Diâmetro do Colo para Plantas de <i>P. dubium</i> produzidas em substratos vermicompostos - V1 (60%CR x 40%BC), V2 (50%CR x 50%BC), V3 (40%CR x 60%BC), V4 (70%CR x 30%BC) e em substrato controle (Plantmax®).	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Frequência relativa de emergência para plântulas de <i>P. dubium</i> sob diferentes substratos: (A) Controle; (B) V1 (60%CR x 40%BC); (C) V2 (50%CR x 50%BC); (D) V3 (40%CR x 60%BC) e (E) V4 (70%CR x 30%BC).	26
Figura 2. Crescimento em Altura (A) e Diâmetro do Colo (B) para Plantas de <i>P. dubium</i> produzidas em substratos vermicompostos V1 (60%CR x 40%BC), V2 (50%CR x 50%BC), V3 (40%CR x 60%BC), V4 (70%CR x 30%BC) e em substrato controle (Plantmax®).	27

RESUMO

O bioma Cerrado tem sido amplamente degradado apesar de sua importância ambiental, social e econômica, sendo necessário o investimento em iniciativas de conservação, as quais devem priorizar a escolha de espécies florestais nativas, sendo a Canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.), recomendada para reflorestamentos por ter crescimento rápido e rusticidade; sendo necessário o conhecimento dos aspectos germinativos, crescimento inicial e respostas morfológicas da espécie visando auxiliar nas práticas de restauração. Assim, objetivou-se avaliar as respostas germinativas, crescimento inicial e morfologia de *P. dubium* em diferentes substratos orgânicos, sendo 4 substratos vermicompostos em diferentes proporções de conteúdo ruminal (CR) e bagaço de cana-de-açúcar (BC) - V1 (60%CR x 40%BC), V2 (50%CR x 50%BC), V3 (40%CR x 60%BC), V4 (70%CR x 30%BC), e, 1 substrato controle (Plantmax®). Os resultados mostram que não houve diferença estatística entre os substratos quanto à emergência da *P. dubium*, provavelmente devido ao vigor das sementes; os tratamentos V2 e V3 apresentaram os melhores resultados referentes ao índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME). Os tratamentos vermicompostos apresentaram desempenho superior ao controle para os parâmetros de crescimento em altura (H), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF), área superficial da raiz (ASR), assim como, apresentaram maior produção de massa seca total (MST) e melhores resultados referentes ao Índice de Qualidade de Dickson (IQD); tais resultados podem estar relacionados ao teor nutricional dos substratos. Dentre os tratamentos vermicompostos o tratamento V2, apresentou resultados superiores, distinguindo-se do tratamento V3 no quesito H, do tratamento V4 nos parâmetros AF e ASR e do V1 quanto a MSR. O maior comprimento da raiz (CR), diâmetro da raiz (DR) e área modular (AM) apresentados pelo tratamento controle podem estar relacionados ao desbalanço nutricional e/ou características físicas do substrato. O desempenho das mudas são indicativos do potencial dos substratos vermicompostos para a produção de mudas de *Peltophorum dubium*.

Palavras chaves: Bioma Cerrado; Reflorestamento; Vermicomposto.

ABSTRACT

The Cerrado biome has been degraded in spite of its environmental, social and economic importance. Being necessary the implementation of conservation initiatives that should prioritize the selection of native forest species being the canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub.). Recommended for reforestation because this specie has a fast growth in addition to its rusticity; for this it is necessary the knowledge of the aspects of germination, initial growth and morphological responses of the specie. Pretending to assist in the restoration practices. The objective of this work was to evaluate germination, initial growth and morphology of the *P. dubium* species in different organic substrates, with 4 vermicomposting substrates in different concentrations of ruminal content (CR) and sugarcane bagasse (BC) V1 (60% CR x 40% BC), V2 (50% CR x 50% BC), V3 (40% CR x 60% BC), V4 (70%CR x 30%BC) and a control substrate (Plantmax®). The results show that there was no statistical difference between the substrates about the emergence of *P. dubium*, this is probably due to the vigor of the seeds, Treatments V2 and V3 presented the best results about the rate of emergency (IVE) and mean time of emergency (TME). The vermicompost treatments presented a better development to the control for the growth parameters in height (H), stem diameter (DC), dry mass of the upper part (MSPA), leaf area (AF), root surface area (ASR), also showed a higher production of total dry mass (MST) and better results about the Dixon quality index (IQD). Such results may be related to the nutritional concentration of the substrates. From all the vermicompost treatments evaluated, the V2 treatment presented better results, distinguishing itself from the V3 treatment in the H parameter, from the V4 treatment in the AF and ASR parameters; also it was different from the V1 treatment in the MSR parameter. The largest root length (CR), root diameter (DR) and modular area (AM) presented by the control treatment may be related to nutritional imbalance and/or physical characteristics of the substrate. The good yield of the seedlings in seedlings are indicative of the potential of the vermicompost substrates for the production of *Peltophorum dubium*.

Keywords: Cerrado biome; reforestation; vermicompost.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

A conversão de áreas florestadas em terras para usos diversos é inerente à história da civilização humana, a América Latina já perdeu 40% de sua cobertura florestal, sendo que a maior parte destas perdas ocorreu nos últimos três séculos (SHVIDENKO, 2008). No Brasil, o uso e ocupação dos solos não fugiram à regra geral, tendo como desdobramento mais frequente a degradação ambiental por conta das práticas não sustentáveis de uso da terra.

Perdas substanciais em termos ambientais, sociais e econômicos, em linhas gerais, estão associadas ao desmatamento e à redução da diversidade em florestas mundiais está entre os principais condutores de mudanças indesejáveis no planeta acelerando ciclos biogeoquímicos e promovendo impactos negativos aos sistemas terrestres (SHVIDENKO, 2008).

As causas do desmatamento estão associadas, de acordo com Geist & Lambin (2001, 2002), ao uso do solo afetando ambiente e cobertura vegetal, de forma direta o desmatamento está associado à expansão de áreas de pastagens, áreas agrícolas, extração de madeira e expansão da infraestrutura, que por sua vez são guiados por fatores sociais e econômicos, sendo esta uma questão subjacente associada à urbanização e crescimento populacional, fatores estruturais e culturais, políticas governamentais e ao crescimento dos mercados para os produtos causadores do desmatamento.

O crescimento das populações urbanas gera aumento no desmatamento porque, de acordo com DeFries et al. (2010), os consumidores urbanos geralmente consomem mais alimentos processados e produtos de origem animal, aumentando a demanda por tais produtos o que induz a produção agrícola e agropecuária em escala comercial.

A produção agrícola e agropecuária em larga escala só foi possível devido ao desenvolvimento tecnológico; no Brasil o padrão adotado para a modernização da agricultura aumentou a produtividade, mas por outro lado provocou danos ambientais, aumentou a concentração de terras, o desemprego e o assalariamento sazonal o que gerou intenso processo migratório para grandes centros urbanos (EHLERS, 1999). Percebe-se

uma relação entre o sistema produtivo moderno, que empurra as populações rurais para as cidades e o crescimento da demanda nas cidades por produtos processados e de origem animal e/ou vegetal que induzem a produção em larga escala.

1.2 REVOLUÇÃO AGRÍCOLA E SEUS IMPACTOS NO CERRADO

A agricultura moderna, segundo Veiga (1991), provocou um salto na qualidade de vida da civilização humana promovendo o fim da escassez crônica de alimentos. A mecanização, o desenvolvimento genético e biológico promoveram o aumento no rendimento das culturas, sendo que as guerras mundiais impulsionaram avanços tecnológicos, gerando entre os anos 60 e 70 grandes transformações impulsionadas pelos avanços do setor industrial agrícola, pesquisas genéticas, químicas e mecânicas, tal fato foi chamado Revolução Verde (MAROUELLI, 2003).

A Revolução Verde espalhou-se por vários países aumentando a produção agrícola, dobrando neste período a produção alimentar; no Brasil gerou aumentos na produção agropecuária, atribuídos à multiplicação do número de propriedades na região norte e centro-oeste, crescimento dos rebanhos e melhorias na produtividade em geral. (MAROUELLI, 2003).

A adoção de tecnologias permitiu no Brasil, de acordo com Aguiar & Monteiro (2005), a implantação de sistemas monoculturais com o uso intensivo de fertilizantes e agrotóxicos, e proporcionou a abertura de um imenso mercado de máquinas, sementes e insumos agrícolas. A região dos Cerrados, segundo Silva (2001b), foi estratégica na incorporação de novas áreas agrícolas, por sua posição geográfica e características físicas e ambientais, proporcionando a expansão da produção agropecuária baseada na Revolução Verde.

Os Cerrados no Brasil por muito tempo foram considerados sem potencial para a agricultura, isso porque os solos eram considerados improdutivos até a década de 1960, pois predominam nestas áreas latossolos vermelho-amarelo, senis, distróficos, bem drenados e estruturados, profundos e bastante ácidos, com teores elevados de alumínio e ferro, nutricionalmente pouco férteis. Tal crença mudou à medida que as pesquisas agronômicas mostraram que tecnologias a exemplo da correção do solo, poderiam tornar este território apto a exploração (JACOMINE, 1986; MELO, 2003).

Porém essa expansão agrícola sobre as áreas de Cerrado tem gerado prejuízos ambientais, cerca da metade dos 2 milhões de km² originais do Cerrado tornaram-se pastagens plantadas e culturas anuais (KLINK & MACHADO, 2005). A expansão agrícola e pecuária promoveu a conversão de áreas de vegetação primária em pastagens e plantações, sendo que tais transformações são ameaças à biodiversidade por reduzir áreas naturais e conseqüentemente a ocorrência das espécies deste bioma, muitas das quais não foram devidamente estudadas, resultando na perda de patrimônio genético vital à manutenção da biodiversidade (WHEELER, 1995; ALHO & MARTINS, 1995; CUNHA et al., 2008).

A descoberta do potencial agropecuário do Cerrado acelerou o processo de urbanização na área, com um incremento demográfico, de acordo com Duarte & Theodoro (2002), de 93% entre os anos de 1970 e 1991, o que aumenta a pressão sobre as áreas ainda não ocupadas. Dados da década de 90 e início de 2000 indicam que cerca de 80% do Cerrado sofreu modificações antrópicas, mas apenas 1,6% de seu território está em área de preservação (ALHO & MARTINS, 1995; MYERS et al., 2000; OLIVEIRA & MARQUIS, 2002).

O ritmo acelerado de desenvolvimento que gera pressão sobre o bioma faz com que o futuro desse ecossistema seja incerto; Machado et al. (2004) comparando três estimativas distintas sobre o ritmo do desmatamento no Cerrado concluiu que o bioma pode desaparecer no ano de 2030. Tal fato demonstra a necessidade de ações para a preservação deste bioma, sendo tais ações de conservação importantes devido às interações sociais, econômicas e ambientais relacionados a este ecossistema.

1.3 A IMPORTÂNCIA AMBIENTAL, ECONÔMICA E SOCIAL DO CERRADO

O bioma Cerrado é um mosaico natural de diferentes formações vegetais que inclui campos, savanas e florestas, sendo que cada ambiente apresenta peculiaridades físicas e ecológicas que permitem diferentes comunidades de plantas e animais em uma mesma área. Tal heterogeneidade é determinante para a diversidade de espécies que o bioma abriga, uma vez que engloba cerca de 36,9% das espécies da flora, metade das aves e cerca de 35% das espécies de mamíferos do Brasil; é considerado também um “hotspot” para a conservação da biodiversidade devido, entre outros fatores, ao número de espécies

endêmicas as quais incluem 38% das plantas, 37% dos lagartos e serpentes, 50% dos anfíbios, 12% dos mamíferos e 4% das aves encontradas no bioma (AGUIAR et al., 2015; MACHADO et al., 2004; MYERS et al., 2000).

O bioma apresenta elevado valor social, pois diversas populações sobrevivem de seus recursos naturais, dentre elas etnias indígenas, quilombolas, geraizeiros, ribeirinhos, babaqueiras, vazanteiros, e sua importância reflete-se no valor dos bens e serviços ecossistêmicos prestados às populações locais, que consomem plantas nativas medicinais, exploram a madeira para diversos fins, são beneficiados por espécies polinizadoras que afetam a produção de alimentos, espécies controladoras de pragas, dentre outros. O patrimônio genético presente neste bioma apresenta valor social e econômico podendo ser usado pelo homem na produção de medicamentos, e sua perda pode resultar na impossibilidade de cura de doenças que afetam ou venham a afetar a humanidade. (SCARANO et al., 2010; AGUIAR et al., 2015; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016)

Na região dos Cerrados nascem as principais bacias hidrográficas brasileiras a do Rio Amazonas, Paraná, Paraguai e São Francisco e possui uma das maiores reservas de água doce subterrânea do mundo o aquífero guarani, assim um dos serviços fornecidos pelo bioma é a manutenção da dinâmica hídrica dessas bacias e aquíferos, sendo que sua importância econômica, biológica e social vai além de seu território devido aos usos dos recursos hídricos para o abastecimento, indústria, irrigação, navegação, recreação e turismo além da importância para a matriz energética brasileira que é basicamente de origem hídrica e tem forte participação das bacias que possuem suas nascentes no Cerrado (AGUIAR et al., 2015; LIMA, 2011; HENRIQUES, 2003).

Devido à importância social, econômica e ambiental deste bioma e de toda pressão enfrentada devido às ações antrópicas como as causadas pela agricultura e agropecuária em larga escala que geraram transformações no Cerrado tornando-se ameaças crescentes às espécies deste bioma, surgiram iniciativas de conservação, segundo Klink & Machado (2005), por parte do governo e de organizações não governamentais. Porém, nos casos em que se faz necessário a restauração de áreas já degradadas é necessária a adoção de práticas que visem restabelecer os aspectos estruturais e funcionais do ecossistema, e a adoção do

manejo a ser empregado depende do quão afetada foi a área perturbada, bem como sua capacidade de regeneração ou resiliência.

1.4 A RESTAURAÇÃO EM ÁREAS DEGRADADAS

A regeneração de uma área que continha floresta é um processo de sucessão secundária do ecossistema e comunidades, que segue um desenvolvimento gradual de estágios de enriquecimento de espécies, com consequente aumento em sua complexidade estrutural e funcional. Projetos de recuperação de áreas degradadas (PRADs) devem ter como intuito promover nova dinâmica de sucessão ecológica, onde a área impactada dará início ao restabelecimento de novas espécies (CHAZDON, 2012; REIS, et al., 1999; WIRTH et al., 2009).

A autoregeneração dos ecossistemas pode ser adotada em projetos de RADs, mas a adoção deste sistema depende de acordo com Guariguata & Ostertag (2001), do histórico de uso da terra e das características do entorno porque em áreas antropicamente perturbadas a contribuição das diferentes fontes de regeneração se altera, devido a sua dependência de uma sequência de eventos e processos dirigidos pelas alterações estruturais nas condições físicas e químicas do solo que podem ocorrer de formas diferentes de acordo com o histórico de uso, assim como a disponibilidade no entorno de manchas florestais que são fontes de sementes e de dispersores essenciais a regeneração.

O histórico de uso do solo ditará a forma como a floresta será regenerada, pois diferentes tipos e intensidade de uso implicarão nas diferentes estruturas e mecanismos que viabilizem o ingresso e estabelecimento das espécies na área degradada, como a chuva de sementes, banco de sementes do solo, o banco de plântulas e os meios de dispersão de sementes. (HÜLLER et al., 2011; GUARIGUATA & OSTERTAG, 2001; ENGEL & PARROTTA, 2003; RODRIGUES & GANDOLFI, 2004, 2007; ALVES & METZGER, 2006).

O ambiente desmatado perde biodiversidade não só na área diretamente afetada pela derrubada, mas também pela fragmentação do habitat que isolado fica empobrecido de espécies devido à pressão circunvizinha, pelo isolamento entre as populações de fauna e flora, aumento da frequência de endogamia entre outros (FRANKHAM et al., 2002); como decorrência são afetados além do fluxo gênico, a dinâmica de recrutamento de novos

indivíduos por conta, dentre outros fatores, do empobrecimento do banco de sementes do solo (CUBIÑA & AIDE, 2001).

O empobrecimento do banco de sementes do solo pode se esgotar, aumentando a dependência de sementes transportadas pelo vento ou por animais frugívoros de outras manchas florestais, então quanto maior a clareira maior a distância até a borda da floresta, retardando o início da sucessão (HOLL, 1999).

Nos casos onde os solos se encontram em condições desfavoráveis, onde há limitação da dispersão de sementes, dominância de espécies invasoras, dentre outros fatores que afetam a capacidade de regeneração natural devido às alterações nos componentes bióticos e abióticos do ambiente, tornando o retorno ao estado vegetacional anterior lento ou de difícil execução, é necessária a intervenção humana (BENAYAS et al., 2008).

O processo de recuperação artificial diminui o tempo de implantação do novo ecossistema por meio do plantio de mudas, não dependendo apenas das sementes disponíveis no local e acelerando o processo de recuperação das características do ecossistema (MATTEI & ROSENTHAL, 2002; VALERI et al., 2004).

Para que a restauração por meio do plantio de mudas seja bem sucedida é importante considerar, de acordo com Oliveira (2016), a seleção das espécies para o plantio e a qualidade das mudas que serão levadas a campo, isso porque mudas de boa qualidade determinam o sucesso do plantio enquanto a escolha da espécie correta para o local a ser recuperado agrega valor ao plantio.

1.5 CONSIDERAÇÕES NA ADOÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS PARA REGENERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

As práticas de plantio de espécies exóticas muito competitivas provocam mudanças nos ecossistemas naturais, tornando-se um contaminante biológico que tende gradativamente a se disseminar dificultando a autoregeneração dos ecossistemas (ZILLER, 2000; WESTBROOKS, 1998). Visando o restabelecimento dos aspectos estruturais e funcionais do sistema é necessário a escolha de espécies nativas que apresentem as características desejáveis para uso em PRADs como abundância e vitalidade, larga dispersão, velocidade de crescimento e produção periódica de sementes (ARAÚJO, 2010).

A espécie florestal Canafístula (*Peltophorum dubium*), por ter crescimento rápido e rusticidade é recomendada para plantios mistos em áreas degradadas (REITZ et al., 1988). Delarmina et al. (2014) considera que na escolha de espécies para fins de restauração, além da rusticidade e velocidade de crescimento deve-se considerar também as espécies fixadoras de nitrogênio; assim a canafístula pertencente à família das fabáceas, apesar de não apresentar, segundo Carvalho (2002), associação com *Rhizobium*, é mencionada por Lopez et al. (1987) em estudo da espécie no Paraguai, onde apresentou raízes com nódulos fixadores de nitrogênio, podendo indicar simbiose com fungos micorrízicos.

Nas áreas degradadas por desmatamento predominam os descampados onde há incidência direta de luz solar, havendo a necessidade de que a espécie adotada para recuperação destas áreas seja tolerante a tal fator; a canafístula é descrita por Reitz et al. (1988) como uma espécie heliófita, se enquadrando então no perfil desejado para tal ambiente. Tal fato é confirmado por estudo de Bertolini et al. (2012), que comparou 16 espécies florestais nativas plantadas a pleno sol na região sudoeste do Paraná e o crescimento da espécie canafístula se destacou como o segundo melhor resultado atingindo altura em campo de 2,12m aos 210 dias, tendo crescido 1,79m em 150 dias indicando, segundo os autores, o maior potencial da espécie para uso em reflorestamento que vise produção ou recuperação.

A produção de mudas é importante, pois está relacionada à qualidade do reflorestamento, sendo assim, o conhecimento das especificidades das espécies produzidas é necessário ao sucesso de futuros projetos. Bertolini et al. (2015) estudando a caracterização silvicultural da canafístula, afirma que há poucos estudos referentes a exigência nutricional da espécie; tal fato reitera a necessidade de estudos e pesquisas que visem aprofundar o conhecimento existente relacionado a esta espécie visando maximizar seu potencial de uso e seu sucesso em projetos de restauração.

Conhecer as especificidades fisiológicas da espécie canafístula é dependente da análise do desenvolvimento da plântula em diferentes substratos, pois estes são o meio no qual as plântulas emergem e se desenvolvem. A composição do substrato interfere na germinação de sementes, iniciação radicular e enraizamento, pois tais fatores estão diretamente ligados às características biológicas, físicas e químicas do substrato (CALDEIRA et al., 1998).

Os substratos devem apresentar uma série de características para o desenvolvimento ideal das mudas tais como, alta capacidade de retenção de água que permitirá a disponibilização de nutrientes à planta, a distribuição das partículas de tal forma que retenha água sem deixar o ambiente anóxico às raízes, além de fatores químicos como o pH, capacidade de troca catiônica e a presença de nutrientes essenciais (CASTRO et al. 2009; OLIVEIRA, 2006).

1.6 SUBSTRATOS: MATÉRIA PRIMA E PROCESSOS DE ESTABILIZAÇÃO

Existem outros fatores a se considerar na adoção do substrato dentre eles a utilização de materiais disponíveis regionalmente, que sejam de fácil aquisição e financeiramente viáveis ao produtor, sendo que os resíduos orgânicos podem ser utilizados na composição de substratos para a produção de mudas (BEZERRA et al., 2004; BEZERRA et al. 2006; ARAÚJO et al. 2009).

A possibilidade de utilização de resíduos na produção de substratos é importante para o Brasil porque, de acordo com Sissino (2003), o país tem indústrias que dispõem pouca atenção à destinação dos resíduos gerados, seja pela falta de alternativas para a disposição ou pela crença de que o tratamento teria um alto custo. Desta forma, o uso dos resíduos orgânicos industriais como fonte de nutriente é uma alternativa para produtores rurais e viveiristas considerando que no Brasil, de acordo com MINISTÉRIO DA FAZENDA (2011), importa-se cerca de 75% do nitrogênio, 50% do fósforo e 90% do potássio utilizados como fertilizantes; e para as indústrias fornecendo opção à destinação dos resíduos e evitando passivos ambientais.

O estado de Mato Grosso do Sul gera grandes quantidades de resíduos sólidos orgânicos associados à cadeia produtiva pecuária, pois figura como o segundo no ranking nacional de abate de bovinos de acordo com INDICADORES IBGE (2016), dados parciais do segundo trimestre de 2016 mostraram o abate de 876.896 mil cabeças no estado, e considerando que segundo Morales et al. (2006) cada animal gera em média 25 kg de conteúdo ruminal no abate, foram gerados então 21.922,4 toneladas deste resíduo.

Também merecem destaque os resíduos orgânicos ligados ao setor sucroalcooleiro, que processou na safra 2015/2016 no estado de Mato Grosso do Sul, de acordo com BIOSUL (2016), 48,7 milhões de toneladas de cana o que resulta em 12,18 milhões de

toneladas de bagaço; este resíduo é utilizado na geração de energia, mas apresenta potencial para destinação mais nobre.

A matéria orgânica proveniente de resíduos pode ser fonte de nutrientes para as plantas, porém seu uso de forma inadequada pode causar danos ambientais devido à geração de chorume, proliferação de vetores de doenças e eutrofização de corpos d'água (TSUTIYA, 2001; YADAV, 2009); há, portanto, a necessidade de tratamento de grandes volumes de resíduos visando a estabilização da matéria orgânica para uso futuro como fertilizante; para isso é necessário o uso de processos químicos, físicos ou biológicos.

A vermicompostagem é uma forma de estabilização na quais minhocas ingerem os resíduos orgânicos pré-compostos e excretam partículas finas de terra e matéria orgânica chamadas coprólitos, que são materiais microbiologicamente mais ativos com nutrientes como Fósforo (P), Nitrogênio (N), Cálcio (Ca) e Potássio (K) convertidos à formas solúveis e disponíveis para as plantas; desta forma a vermicompostagem altera a qualidade e a quantidade das substâncias húmicas dos materiais orgânicos aumentando a capacidade de troca de cátions, tornando a mineralização mais lenta e retendo mais umidade (AQUINO et al., 1992; KIEHL, 1985; KIEHL, 2004; YADAV, 2009; LANDGRAF, 2005).

Considerando a necessidade de produção de mudas de qualidade e em quantidade visando o sucesso de projetos de recuperação ambiental de áreas degradadas, faz sentido a adoção de substratos vermicompostos produzidos com resíduos que poderiam de outra forma causar danos ambientais e em alguns casos são passivos para as empresas geradoras, como o conteúdo ruminal; e mesmo o uso de resíduos que são amplamente utilizados para outros fins, como o bagaço de cana-de-açúcar, mas que apresentam potencial para produção de nutrientes.

Desta forma, estudos sobre as respostas no desenvolvimento de espécies florestais nativas como a canafístula (*P. dubium*) em substratos produzidos por vermicompostagem de resíduos orgânicos como conteúdo ruminal bovino e bagaço de cana são importantes por gerarem informações vitais para a produção de mudas e melhor aproveitamento destes materiais.

1.7 ANÁLISES NECESSÁRIAS À COMPREENSÃO DOS EFEITOS DO SUBSTRATO ADOTADO NO DESENVOLVIMENTO DAS MUDAS

O estudo sobre as espécies florestais nativas devem considerar as respostas da planta aos substratos, pois o meio no qual a muda é produzida tem influência na arquitetura das folhas e raízes, estado nutricional e conseqüentemente, na qualidade das mudas, é importante para o entendimento de tais padrões de mudança nos diferentes substratos, pois podem ter implicações no desenvolvimento das mudas em campo. Assim, é importante o estudo da alocação de recursos, pois os padrões de alocação nas estruturas das plantas influenciam a capacidade de competição da mesma, podendo, por outro lado, implicar em respostas de estresse decorrentes de características indesejáveis do substrato (MULLER et al., 2000; LARCHER, 2006; LAMBERS et al., 2008; FITTER, 1986).

Tal fato pode ser observado no estudo do desenvolvimento em área e de biomassa da parte aérea (aumento na captação de luz) e radicular (captação de nutrientes), sendo tais dados essenciais ao entendimento das respostas das plantas às condições oferecidas pelo substrato; assim como, a análise de emergência e desenvolvimento inicial, porque na propagação por sementes o meio de cultivo é vital na formação da plântula, e deve fornecer as condições ideais à sua germinação e desenvolvimento (SILVA et al., 2001a; CARVALHO FILHO et al., 2003).

1.8 COMPATIBILIZAÇÃO DO USO DE SUBSTRATO ORGÂNICO VERMICOMPOSTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Peltophorum dubium*

A adoção de técnicas de produção de mudas florestais nativas como a canafístula, com o uso de substratos orgânicos produzidos por meio da vermicompostagem de conteúdo ruminal bovino e bagaço de cana-de-açúcar é benéfica, pois possibilita a reutilização destes materiais. Caso comprovada a viabilidade da produção de mudas por tais métodos, a técnica agregaria valor ambiental à produção de mudas desta espécie, colaborando também com o estabelecimento de composição de substratos para espécies nativas a partir do aproveitamento de resíduos orgânicos.

A caracterização química de tais substratos e a análise do desenvolvimento da espécie *P. dubium* nos mesmos podem fornecer dados técnicos importantes sobre a

performance durante o desenvolvimento inicial de plantas desta espécie, informação relevante para o manejo e na produção de mudas.

Desta forma, levantamos a hipótese de que, por sua rusticidade, *P. dubium* consiste em modelo experimental adequado para a avaliação e domínio de tecnologias na utilização de substratos vermicompostos de resíduos potencialmente danosos ao ambiente podendo contribuir tanto na produção de mudas de essências nativas como no subsídio às práticas de restauração em áreas degradadas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, T. J. A.; MONTEIRO, M. S. L. Modelo agrícola e desenvolvimento sustentável: A ocupação do cerrado piauiense. **Ambient. soc**, Campinas-SP, v. 3, n. 2, p. 161-178, 2005. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2005000200009> >. Acesso em: 10 out. 2016.

AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B.; FRANÇOSO, R. D.; NEVES, A. C.; FERNANDES, G. W.; LACERDA, F. P. M. S.; FERREIRA, G. B.; SILVA, J. DE A. BUSTAMANTE, M.; DINIZ, S. Cerrado: terra incógnita do século 21. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro-RJ, v. 55, n. 330, p. 33-37, 2015.

ALHO, C. J. R.; E. S. MARTINS. Cerrado – impactos do processo de ocupação. In: ALHO, C. J. R.; E. S. MARTINS. **De grão em grão o Cerrado perde espaço**. Brasília-DF: World Wildlife Fund (WWF) e Sociedade de Pesquisas Ecológicas do Cerrado, 1995. p. 47-66.

ALVES, L. F.; METZGER, J. P. Forest regeneration in secondary forest areas at Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotrop.**, vol. 6, n. 2, 2006. Disponível em: < <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00406022006>>. Acesso em: 14 out. 2016.

AQUINO, A. M.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, V. F. **Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa Biológica do Solo, 1992. 13 p. (Comunicado Técnico 8).

ARAÚJO, D. B.; BEZERRA, F. C.; FERREIRA, F. V. M.; SILVA, T. DA C. SILVA; SOUSA, H. H. DE F. Utilização de substratos à base de resíduos orgânicos agroindustriais e agropecuários na produção de mudas de Vinca (*Catharanthus roseus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2009, Vitória-ES, **Resumo...** Vitória-ES, 2009. 5p.

ARAÚJO, D. B. **Produção de mudas de espécies ornamentais em substratos a base de resíduos agroindustriais e agropecuários**. 2010. 54p. Dissertação (Mestrado) - Centro de

Ciências Agrárias. Depto. de Ciências do solo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2010.

BENAYAS, J. M. R.; BULLOCK, J. M.; NEWTON, A. C. Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. **Frontiers In Ecology And The Environment**, Washington: Wiley-Blackwell, v. 6, n. 6, p. 329-336, 2008. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1890/070057>>. Acesso em: 08 ago. 2016.

BERTOLINI, Í. C.; KREFTA, S. M.; PEREIRA, P. H.; SALLA, V. P.; BRUN, E. J. Crescimento inicial em altura de 16 espécies florestais nativas plantadas na região Sudoeste do Paraná. In: IV CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 4, 2012, Curitiba, **Anais...** Curitiba, 2012, p.1-8.

BERTOLINI, Í. C.; DEBASTIANI, A. B.; BRUN, E. J. Caracterização Silvicultural da Canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 2, p. 67-76, 2015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v14n2p67-76>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

BEZERRA, A. M. E.; MOMENT., V. G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.295-299, 2004.

BEZERRA, F.C.; LIMA, A. V. R.; ARAÚJO, D.B.; CAVALCANTI JÚNIOR, A.T. P. Produção de mudas de *Tagetes erecta* em substratos à base de casca de coco verde. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, V, 2006, Ilhéus/BA, **Anais...** Ilhéus, 2006, v.1, p. 130.

BIOSUL - ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA DE MATO GROSSO DO SUL. Acompanhamento da safra 2015/2016 produção até 31/março: final de safra. **Relatório**. Campo Grande, 2016.

CALDEIRA M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; OLIVEIRA, L. da S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta**, v. 28, n. 12, p. 19-30, 1998. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.5380/rev.v28i12.2305>>. Acesso em: 08 jul. 2016.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. DE F.; BLANK, A. F.; RANGEL, M. S. A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, Lavras, v.9, n.1, p.109-118, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Canafístula**. Colombo-PR: Embrapa Florestas, 2002. 15 p. (Circular Técnica 64).

CASTRO, A. R. R. de; JORGE, M. H. A.; ALMEIDA, W. B. de; BORSATO, A. V. **Desenvolvimento de estacas de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.) em diferentes substratos**. Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2009. p. 1-4. (Comunicado Técnico, 75).

CHAZDON, R. L. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012. Disponível em: <http://www.museu-goeldi.br/editora/bn/artigos/cnv7n3_2012/regeneracao%28chazdon%29.pdf>. Acesso em: 11 out. 2016.

CUBIÑA, A.; AIDE, T. M.; The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. **Biotropica**, Washington, v. 33, n. 2, p. 260-267. 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1646/0006-3606\(2001\)033\[0260:TEODFF\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1646/0006-3606(2001)033[0260:TEODFF]2.0.CO;2)>. Acesso em: 20 out. 2016.

CUNHA, N. R. S. DE LIMA, J. E.; GOMES, M. F. DE M.; BRAGA, M. J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília-DF, v. 46, n. 2, p. 291-323, 2008. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032008000200002>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

DEFRIES, R. S.; RUDE, T.; URIARTE, M.; HANSEN, M. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. **Nature Geoscience**, New York-USA, p. 178-181, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1038/ngeo756>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. DE O.; ROCHA, R. L. F. Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata*. **Floram**, Rio de Janeiro: Cubo, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/floram.2014.027>>. Acesso em: 03 mai. 2016.

DUARTE, L. M. G.; THEODORO, S. H. **Dilemas do cerrado: entre o ecologicamente (in) correto e o socialmente (in) justo**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. 242 p.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu-SP: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas Florestais, 2003. p.1-26.

EHLERS E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2. ed. Guaíba-RS: Guaíba: Agropecuária, 1999. 157 p.

FITTER, A.H. Acquisition and utilization of resources. In: **Plant ecology (M.J. Crawley, ed.)**. Austrália: Blackwell Scientific Publications, 1986. p. 375-406.

FRANKHAM, R.; BALLOU, J. D.; BRIDGE, D. A. 2002. **Introduction to Conservation Genetics**. Cambridge-UK: Cambridge University Press, 2002. 617 p.

GEIST, H.; LAMBIN, E. **What drives tropical deforestation?** A meta analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence. Louvain-la-neuve - Belgium: LUCC International Project Office, 2001. 136 p. Disponível em: <www.culturabrasil.pro.br/download.htm>. Acesso em: 10 dez. 2016.

GEIST, H. J.; LAMBIN, E. F. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. **Bioscience**, New York-USA, v. 52, n. 2, p.143-150, 2002. Disponível em < [http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0143:pcaudf\]2.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0143:pcaudf]2.0.co;2)>. Acesso em: 15 ago. 2016.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v. 148, n. 1-3, p. 185-206, 2001.

HENRIQUES, O.K. **Caracterização da vegetação natural em Ribeirão Preto, SP: bases para conservação.** 2003. 221p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP, 2003.

HOLL, K. D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. **Biotropica**, v. 31, n. 2, p. 229-242. 1999. Disponível em: < <http://www.jstor.org/stable/2663786>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

HÜLLER, A.; RAUBER, A.; WOLSKI, M. S.; DE ALMEIDA, N. L.; WOLSKI, S. R. S. Regeneração natural do componente arbóreo e arbustivo do parque natural municipal de Santo Ângelo-RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 1, p.25-35, 2011. Disponível em: <http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo119-publicacao.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2016.

INDICADORES IBGE. Estatística da Produção Pecuária: Setembro de 2016. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201602caderno.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2016.

JACOMINE, P. K. T. **Levantamento exploratório 1:** reconhecimento de solos do estado do Piauí. Rio de Janeiro-RJ: Embrapa-SNLCS: Sudene-DRN, 1986. 398 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos.** Piracicaba: Agronômica Ceres Ltda, 1985. 429 p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem:** maturação e qualidade do composto, 4 ed., Piracicaba: DeGaspari, 2004. 171 p.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte-MG, v. 1, n. 1, p. 148-155, 2005.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F.S.; PONS, T.L. 2008. **Plant physiological ecology.** New York: Springer-Verlag, 2008. 571 p.

LANDGRAF, M. D.; MESSIAS, R. A.; REZENDE, M. O. O. **A importância ambiental da vermicompostagem**: vantagens e aplicações, 1 ed., São Carlos: Rima, 2005. 106 p.

LARCHER, W. 2006. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Editora Rima, 2006. 550 p.

LIMA, J. E. F. W. Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado. **Cienc. Cult.** 2011, v. 63, n. 3, p. 27-29. ISSN 0009-6725. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v63n3/a11v63n3.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2016.

LOPEZ, J. A.; LITILE JUNIOR, E.L.; RITZ, G.F.; ROMBOLD, J.S.; HAHN, W.J. **Arboles comunes dei Paraguay**: riande yvyra mata kuera. Washington: Cuerpo de Paz, 1987. 425 p.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Conservação internacional. Brasília, 2004. 25 p. (Relatório técnico não publicado).

MARQUELLI, R. P. **O desenvolvimento sustentável da agricultura no cerrado brasileiro**. 2003. 64p. Monografia (Pós-Graduação, em nível de Especialização Lato Sensu, modalidade MBA, em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, com área de concentração em Planejamento Estratégico) - ISEA-FGV/ ECOBUSINESS SCHOOL, Brasília-DF, 2003.

MATTEI, V. L.; ROSENTHAL, M. D. Semeadura direta de canafístula (*Peltrophorum dubium* (Spreng.) taub.) no enriquecimento de capoeiras. **Revista Árvore**, Viçosa-MG: FapUNIFESP (SciELO), v.26, n.6, p.649-654, 2002.

MELO, G. W. B. de; BORTOLOZZO, A. R.; VARGAS, L. **Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico**. Bento Gonçalves-RS: Embrapa Uva e Vinho, 2006. (Circular Técnica 15).

MINISTÉRIO DA FAZENDA - Secretaria de Acompanhamento Econômico – SEAE. Panorama do mercado de fertilizantes. **Relatório**. Brasília, 2011. 33p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. O Bioma Cerrado. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 20 de out. 2016.

MORALES, M. M.; XAVIER, C. A. N.; SILVA, A. DE A.; DE LUCAS JUNIOR, J. Uso da compostagem para tratamento de resíduo sólido de abatedouro de bovinos. **Rev. UNIVAP**, São José dos Campos, v. 13, p. 136-137, 2006.

MULLER, I.; B. SCHMID, J; WEINER. 2000. The effect of nutrient availability on biomass allocation patterns in 27 species of herbaceous plants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 3, n. 2, p. 115-127, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1078/1433-8319-00007>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, p. 853-858, 2000. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1038/35002501>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. In: CAVALCANTI, R. B.; JOLY C. A. **Biodiversity and conservation priorities in the Cerrado region**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 351-367.

OLIVEIRA, M. C.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A. de; SANTOS, D. da S.; SOUZA, R. M.; GUIMARAES, T. G.; SILVA JÚNIOR, M. C. da; PEREIRA, D. J. de S.; RIBEIRO, J. F. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. Brasília-DF: Embrapa Cerrados, 2016. 124 p.

REIS, A.; ZAMBONIM, R. M.; NAKAZONO, E. M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 1999. 42 p. (Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, n. 14).

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre-RS: Corag, 1988. 525 p.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2004. p. 235-247.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restoration actions. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. **High diversity forest restoration in degraded áreas**. New York: Nova Science Publishers, 2007. p. 77-102.

SCARANO, F. R.; GASCON, C.; MITTERMEIER, R. A. O que é biodiversidade? In: Capozzoli, Ulisses et al. Scientific American Brasil. **Brasil: maior biodiversidade do mundo**. São Paulo – SP: Duetto Editorial, 2010.

SHVIDENKO, A. Deforestation. **Encyclopedia Of Ecology**, Oxford-UK, p.853-859, 2008. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1016/b978-008045405-4.00586-3>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001a.

SILVA, C. E. M. **Democracia e sustentabilidade na agricultura: subsídios para construção de um novo modelo de desenvolvimento rural**. Cadernos de Debate, Rio de Janeiro: Projeto Brasil Sustentável e Democrático, FASE, 2001b. 116 p.

SISINNO, C. L. S. Disposição em aterros controlados de resíduos sólidos industriais não-inertes: avaliação dos componentes tóxicos e implicações para o ambiente e para a saúde humana. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 19, p. 369-374, 2003. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2003000200003>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

TSUTIYA, M. T. Características de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos. In: TSUTIYA, M. T. et al. **Biossólidos na agricultura**. São Paulo-SP: SABESP, 2001. p. 89-131.

VALERI, S. V.; NÓBREGA, A. M. F.; BARRETTO, V. C. M. Manejo e reflorestamento de áreas de preservação permanente e fragmentos florestais. In: VALERI, S. V.; POLITANO, W. SENÔ, K. C. A.; BARRETTO, A. L. N. **Manejo e recuperação florestal: legislação, uso da água e sistemas agroflorestais**. Jaboticabal-SP: FUNEP, 2004. p. 142-180.

VEIGA, J. E. da. **O desenvolvimento agrícola: uma visão histórica**. São Paulo-SP: Edusp/Hucitec, 1991. 21 p.

WESTBROOKS, R. **Invasive plants, changing the landscape of America: fact book**. Washington-D C: Federal Interagency Committee for the Management of Noxious and Exotics Weeds, 1998. 109 p.

WHEELER, Q. D. Biodiversity and conservation systematics. In: WHEELER, Q. D. **The scientific basis for inventories of biodiversity**. 5. ed. Netherlands: Springer Netherlands, 1995. p. 476-489.

WIRTH, C; MESSIER, C.; BERGERON, Y.; FRANK, D.; FANKHÄNEL, A. Old-Growth Forest Definitions: a Pragmatic View. **Old-growth Forests**, Berlin, v. 207, p.11-33, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-92706-8_2>. Acesso em: 10 out. 2016.

YADAV, A.; GARG, V.K.. Feasibility of nutrient recovery from industrial sludge by vermicomposting technology. **Journal Of Hazardous Materials**, Elsevier BV, v. 168, n. 1, p. 262-268, 2009. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.02.035>>. Acesso em: 09 jun. 2016.

ZILLER, S. R. **A estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica**. 2000. 268 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

CAPÍTULO 2 – EMERGÊNCIA E BIOMETRIA DE PLÂNTULAS DE CANAFÍSTULA (*Peltophorum dubium* (SPRENG.) TAUB.) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS VERMICOMPOSTOS

2.1 INTRODUÇÃO

O século XX vem acompanhado de transformações significativas que resultaram dentre outras, no aumento das populações humanas e demanda de recursos para sustentá-la. No Brasil este aumento na demanda tanto por energia quanto por alimento, resulta em problemas como o desmatamento, sobretudo, em áreas agricultáveis localizadas na região central do país.

O Cerrado, considerado a última fronteira agrícola do planeta, já teve mais da metade do seu território de 2 milhões de km² cultivados com pastagens e culturas anuais (BORLAUG, 2002; KLINK & MACHADO, 2005). Os cultivos e pastagens para pecuária geraram transformações no Cerrado tornando-se ameaças crescentes às espécies deste bioma, isso tem provocado, segundo Klink & Machado (2005), o surgimento de iniciativas de conservação por parte da comunidade científica, governos, e de organizações não governamentais.

As áreas perturbadas pela atividade humana são afetadas em sua capacidade de regeneração devido a alterações em seus componentes bióticos e abióticos, tornando o retorno ao estado vegetacional anterior lento ou de difícil execução. Assim o conhecimento biológico de aspectos germinativos de espécies nativas é relevante nas práticas de restauração de áreas degradadas, em especial quando são propostos projetos que utilizem o reaproveitamento de resíduos orgânicos na composição de substratos para a composição de mudas, já que as técnicas de reaproveitamento de resíduos para formulação de substratos são alternativas para amenizar os impactos ambientais que podem ser causados por estes materiais, além de reduzir os custos com fertilizantes (BOBATO et al., 2008; DELARMELINA et al., 2014; ARAÚJO, 2010).

Para que a regeneração de áreas degradadas seja bem sucedida é necessária a escolha das espécies que colaborem para o restabelecimento dos aspectos estruturais e

funcionais do sistema, considerando-se ainda atributos como a qualidade da madeira, abundância e vitalidade, larga dispersão, velocidade de crescimento e produção periódica de sementes, sendo que a espécie Canafístula (*Peltophorum dubium*), por ter crescimento rápido, rusticidade e ser heliófila é uma espécie recomendada para reflorestamentos mistos de áreas degradadas, paisagismo em geral, arborização de parques, praças e rodovias (REITZ, 1988) enquadrando-se, portanto, em ambas as categorias.

Delarmina et al. (2014) consideram que na escolha da espécie para restauração de áreas degradadas além da rusticidade e velocidade de crescimento deve-se considerar também as espécies fixadoras de nitrogênio; assim a canafístula pertencente à família das fabáceas, apesar de não apresentar, segundo Carvalho (2002), associação com *Rhizobium*, Lopez et al. (1987) menciona que, em estudo da espécie no Paraguai, as raízes têm nódulos grandes e que fixam nitrogênio o que pode indicar simbiose com fungos micorrízicos.

Substratos são fundamentais para a produção de mudas, pois, além do papel na sustentação das plantas também são fonte dos nutrientes necessários ao seu desenvolvimento, e, cumprem a função de atender às suas necessidades de água e de oxigênio, o vermicomposto, produzido a partir da decomposição da matéria orgânica por meio da atividade de microrganismos e anelídeos, que altera quantitativamente e qualitativamente a composição das substâncias húmicas dos materiais orgânicos, favorecendo a formação da matéria orgânica estabilizada, tornando a mineralização mais lenta e a liberação de nutrientes de forma mais gradual para as plantas em sistemas de produção (MARTINEZ, 1998; CHAOUÏ et al., 2003; CARNEIRO, 1995).

Neste contexto, são avaliadas e discutidas as respostas germinativas e de desenvolvimento inicial de *P. dubium* submetida a substratos vermicompostos constituídos por diferentes concentrações de conteúdo ruminal bovino e bagaço de cana-de-açúcar, a fim de avaliar a eficiência destes resíduos como substrato para a produção de mudas desta espécie.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O substrato utilizado neste trabalho foi fornecido pela EMBRAPA Agropecuária Oeste (CPAO), produzido por meio do processo de vermicompostagem em leiras de diferentes concentrações de conteúdo ruminal bovino (CR) e bagaço de cana-de-açúcar

(BC), utilizando minhocas da espécie *Eudrilus eugeniae*. Foram testados neste trabalho 4 diferentes substratos vermicompostos de CR, BC e 1 substrato agrícola comercial (Plantmax®) e seus efeitos na emergência e desenvolvimento inicial da espécie florestal nativa Canafístula, totalizando assim 5 tratamentos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Concentrações de conteúdo ruminal e bagaço de cana-de-açúcar nos diferentes tratamentos vermicompostos e descrição do tratamento controle.

Composição dos Substratos	
Tratamento V1	60% CR x 40% BC
Tratamento V2	50% CR x 50% BC
Tratamento V3	40% CR x 60% BC
Tratamento V4	70% CR x 30% BC
Tratamento Controle	Substrato Agrícola Plantmax®

Quanto à canafístula (*Peltophorum dubium*) os frutos maduros foram coletados de diversas matrizes no município de Dourados/MS, de maneira a garantir a viabilidade genética. Após coleta, os frutos foram levados ao laboratório de ecologia, localizado nas instalações do Centro de Estudos Ambientais (CERNA), beneficiados para a remoção das sementes, e selecionadas as que não apresentavam danos por patógenos ou predadores (assim como as de tamanho reduzido e/ou mal formadas); as sementes, após o beneficiamento, foram armazenadas em sacos de papel pardo vedado em local refrigerado até o momento do uso, obedecendo aos padrões de armazenamento que garantisse sua viabilidade posterior.

No dia do plantio as sementes foram submetidas à superação de dormência por meio de escarificação química com ácido sulfúrico (H_2SO_4). O processo de escarificação iniciou-se com a limpeza das sementes, para a retirada de partículas de poeira ou detritos, sendo as mesmas levadas para secar ao tempo e posteriormente imersas em ácido sulfúrico por 15 minutos, após este processo as sementes foram lavadas sendo escolhidas para o plantio as que apresentavam sinais de embebição.

Foi realizado teste de viabilidade germinativa das sementes em B.O.D a temperatura constante de 25°C, utilizando-se uma caixa gerbox forrada com papel filtro embebido em água destilada, onde foram adicionadas 25 sementes de canafístula, estas sementes foram retiradas do mesmo lote encaminhado ao plantio no viveiro, tendo passado

pelos mesmos processos de beneficiamento, limpeza e escarificação que as sementes utilizadas no experimento. A utilização de sementes do mesmo lote enviado ao plantio é importante para comprovar a viabilidade do lote e as condições fisiológicas das sementes.

O teste de germinação em B.O.D durou 30 dias, os quais foram acompanhados de checagens diárias visando manter as condições necessárias à germinação, no caso a disponibilidade de água e temperatura, o teste resultou em 80% de sementes viáveis.

No viveiro os substratos foram peneirados para a retirada das impurezas grosseiras presentes no material, com o material já peneirado foram preenchidos tubetes de polietileno de 290 cm³, num total de 500 tubetes separados em 4 repetições de 25 tubetes cada.

O plantio foi realizado no dia 28 de julho de 2015 com semeadura manual à profundidade aproximada de 1 cm, utilizando-se uma semente por tubete totalizando 500 sementes plantadas. Para a disposição dos tubetes nas mesas foi adotado delineamento experimental inteiramente casualizado, devido à homogeneidade do ambiente na casa de vegetação que apresenta cobertura de 25% de sombreamento por toda sua extensão, assim como temperatura e irrigação uniforme.

A partir do segundo dia após a semeadura iniciou-se o processo de acompanhamento e contagem do número de plântulas emergidas, sempre no mesmo horário, adotando como critério de emergência o aparecimento dos cotilédones sobre o substrato, conseqüentemente com o surgimento do hipocótilo. Por meio destas aferições foram avaliados os seguintes parâmetros: Porcentagem de emergência - E (%); Índice de velocidade de emergência – IVE; Tempo médio de emergência – TME, expresso em DAS (Dias Após Semeadura).

Para verificar as respostas no desenvolvimento de *P. dubium* em relação ao substrato foram realizadas 5 avaliações, as quais se iniciaram no 30 DAS, sendo as duas primeiras avaliações realizadas com intervalo de 15 dias, duas com intervalo de 7 dias, e a última com intervalo de 15 dias, e, em cada uma eram avaliados a altura das mudas e o diâmetro do colo, considerando:

- a) Altura das plântulas (H): A altura das plântulas foi definida como a distância do colo até o ápice da planta, sendo o objeto utilizado nas medições uma régua milimetrada (em cm).

b) Diâmetro do colo (DC): A medida foi realizada com o auxílio de um paquímetro digital (em mm), e mensurado na região do colo, logo acima do substrato.

As medições foram realizadas com as mudas ainda no viveiro, sendo que cada muda do experimento teve o diâmetro do colo e a altura medidos individualmente.

Os resultados referentes ao percentual de emergência, altura e diâmetro do colo foram estatisticamente comparados por meio dos testes Anova-Tuckey.

Os substratos vermicompostos de CR e BC foram enviados ao laboratório Solanálise para análise de composição química, e o resultado será apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados referentes às análises da composição química dos substratos orgânicos vermicompostos.

Nutrientes	Tratamentos				Controle
	V1 (60%CR x 40%BC)	V2 (50%CR x 50%BC)	V3 (40%CR x 60%BC)	V4 (70%CR x 30%BC)	
N (g/kg)	12	11,20	11,40	11,03	
P (g/kg)	3,36	2,98	3,19	2,93	
K (g/kg)	2	2,0	2,0	1,0	
Ca (g/kg)	7,35	6,05	5,90	5,10	
Mg (g/kg)	1,55	1,45	1,45	1,35	
S (g/kg)	14,93	14,88	13,02	13,48	
C (g/kg)	135	130	147	123	
Mat.Orgânica (g/kg)	233	224	254	212	
Cu (mg/kg)	160	140	100	110	
Zn (mg/kg)	170	150	150	160	
Fe (mg/kg)	118.250	133.500	114.250	130.000	
Mn (mg/kg)	1150	1260	1080	1010	
B (mg/kg)	12,38	11,47	11,03	10,35	
Umidade (%)	6,70	9,29	11,50	4,57	
pH	5,40	5,30	5,60	5,80	5,50

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes ao desempenho de *P. dubium* nos diferentes substratos, após o período de aferição dos dados de emergência são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Percentual de emergência de plântulas de *P. dubium* produzidas em substratos vermicompostos - V1 (60%CR x 40%BC), V2 (50%CR x 50%BC), V3 (40%CR x 60%BC), V4 (70%CR x 30%BC) e em substrato controle (Plantmax®).

Substratos	E (%)	IVE	TME (DAS)
V1	62 a	0.09	10,61
V2	72 a	0.10	9,57
V3	75 a	0.10	9,64
V4	65 a	0.09	10,40
Controle	72 a	0.10	9,88

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$) entre os tratamentos. Os valores devem ser comparados apenas entre as linhas de uma mesma coluna.

Não houve diferença estatística significativa entre o tratamento controle e os demais tratamentos, tal fato pode ter ocorrido porque no início de seu desenvolvimento o embrião consome as reservas da semente, assim a germinação e emergência em todos os tratamentos podem estar relacionadas às condições intrínsecas do lote de sementes que foram favoráveis a germinação. Este fato também indica que os substratos ofereceram condições favoráveis à germinação, como umidade, aeração, pH e temperatura (Modesto & Siqueira, 1981). Com o intuito de verificar se o teor nutricional nos diferentes substratos teve alguma relação com a emergência da espécie ou, se os resultados sobre a emergência da *P. dubium* neste estudo esteve relacionado ao vigor da semente, foi realizada análise de correlação de Pearson a 5% de significância, cujos resultados podem ser vistos na Tabela 4.

Tabela 4. Correlação entre os Nutrientes dos substratos e a Emergência.

Coef. Correlação	Correlação de Pearson (Nutrientes /Emergência)										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Ma	B
r	-0.32	-0.32	-0.07	-0.37	-0.31	-0.34	-0.48	-0.39	-0.29	-0.24	-0.33

Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram coeficientes de correlação negativos e baixos indicando fraca correlação entre os nutrientes do meio e a emergência das plântulas, tal fato corrobora a afirmação de Soares et al. (2007) de que o embrião necessita apenas de hidratação e aeração e não necessita de nutrientes do meio; assim o vigor das sementes pode ser o principal responsável pelas taxas de emergência neste estudo.

O vigor das sementes é influenciado por características que definem seu potencial fisiológico, podendo ser descrito como a capacidade de desempenho da semente exposta à diferentes condições ambientais, sendo que, sementes vigorosas têm maior capacidade de transformação em suprimento de reservas de armazenamento e maior incorporação destes pelo eixo embrionário, resultando em plântulas com maior crescimento; sendo a falha na emergência um resultado frequente do baixo vigor associado ao processo de deterioração das sementes (DAN et al., 1987; ROSSETTO et al., 1997).

A influência do vigor da semente na emergência de plântulas é corroborada por Vanzolini & Carvalho (2002), que, estudando a influência do vigor de sementes de soja no desempenho em campo concluíram que o maior efeito do vigor foi no desenvolvimento inicial da cultura, onde lotes com menor vigor apresentaram menor emergência total. Pode-se supor que uma das razões para tal resultado referente à emergência da *P. dubium* neste estudo está associado ao vigor do lote de sementes.

Outro fator que pode ter influenciado a emergência é a profundidade adotada no momento do plantio da semente, Perez et al. (1999) estudando, dentre outros fatores, a influência da profundidade na germinação de canafístula, verificou diminuição significativa na emergência a medida que aumentou a profundidade, constatando que a profundidade ideal para plantio em campo é de 1 cm; tal fato pode estar relacionado a semelhança estatística no quesito emergência já que a profundidade de 1 cm foi adotada para todos os tratamentos, o que pode ter colaborado com a uniformização dos resultados no percentual de emergência.

Outro dado importante na análise da emergência é o IVE (Tabela 3), pois de acordo com Dutra et al. (2012), quanto maior a velocidade de emergência menor será a exposição das sementes às condições adversas do meio; na produção de mudas para fins comerciais ou restauração deve se considerar o menor tempo médio de emergência e a rápida germinação que resultará em mudas mais uniformes.

Os maiores valores de IVE e conseqüentemente menores TME (Tabela 3) foram encontrados nos tratamentos vermicomposto V2 e V3; tal fato pode estar relacionado às características do substrato, já que estudos indicam que nos substratos com partículas maiores há mais espaços vazios, menor densidade, menor compactação e maior aeração, o que resulta em maior facilidade na emergência das plântulas (ANDRADE et al., 2000),

Os substratos V2 e V3 foram confeccionados com os maiores teores de bagaço de cana-de-açúcar (Tabela 1), 50% e 60% respectivamente, as partículas do BC são maiores que as do CR, que pode ter resultado em substratos menos densos facilitando a emergência da plântula.

A espécie *P. dubium* apresenta germinação epígea com início entre 6 e 120 dias após o plantio (CARVALHO, 2002). Neste estudo observou-se que a emergência da espécie, em todos os tratamentos, iniciou-se a partir do 8^o DAS, ou seja, dentro do prazo esperado devido à característica da espécie. Outro fator observado e que demonstra o potencial da espécie para produção em larga escala foi a homogeneidade observada na emergência, sendo que todos os tratamentos apresentaram mais de 50% do total emergido entre o 10^o e 11^o DAS, e o total emergido para todos os tratamentos foi verificado entre o 20^o e 25^o DAS, tal fato pode ser observado nos gráficos de frequência relativa apresentados na Figura 1.

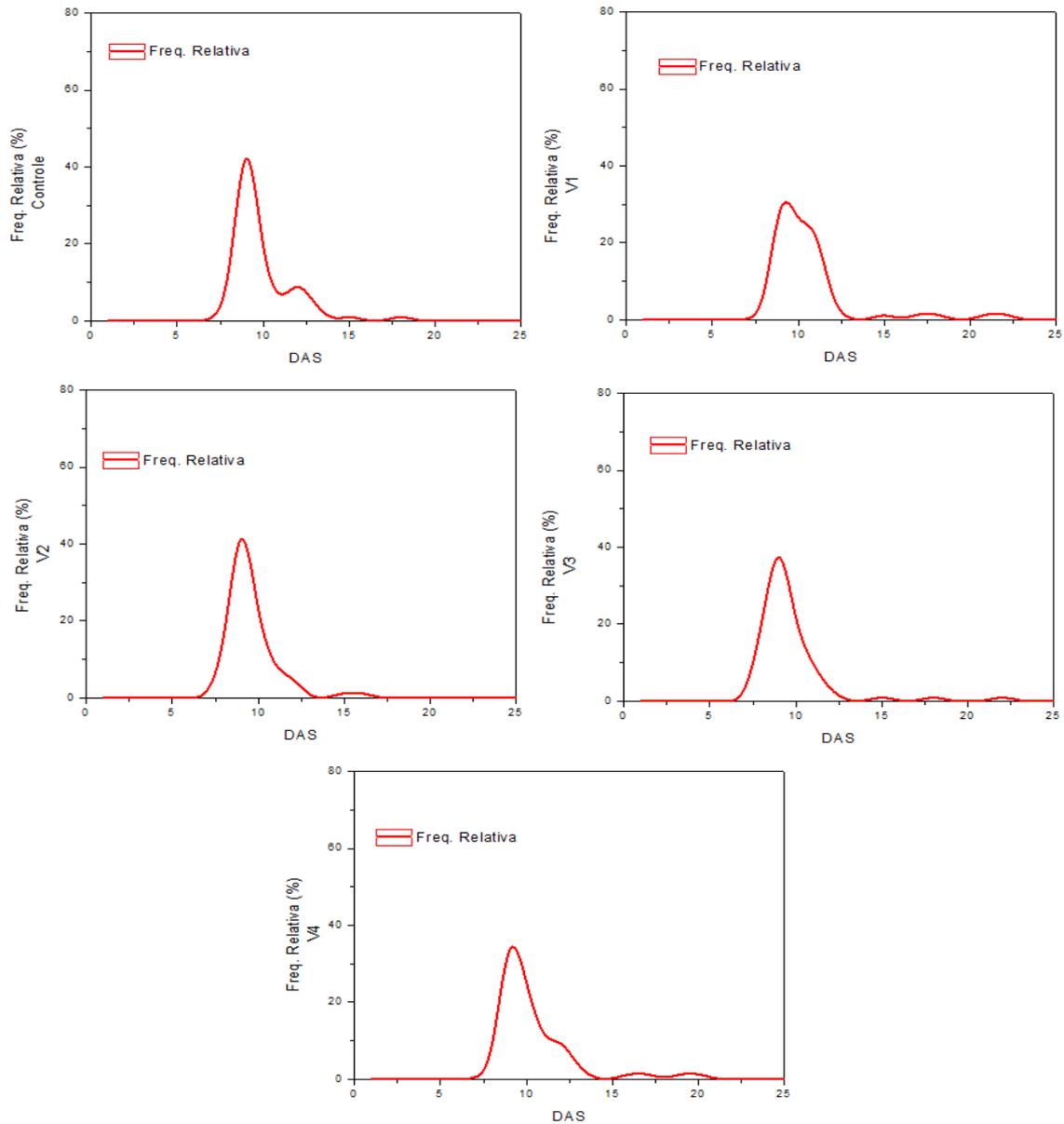


Figura 1. Frequência relativa de emergência para plântulas de *P. dubium* sob diferentes substratos: (A) Controle; (B) V1 (60%CR x 40%BC); (C) V2 (50%CR x 50%BC); (D) V3 (40%CR x 60%BC) e (E) V4 (70%CR x 30%BC).

Apesar dos resultados positivos da canafístula quanto aos dados de emergência é necessário a análise dos dados referentes à altura (H) e diâmetro do colo (DC) das plântulas ao longo dos 79 DAS do experimento, pois, tais características são importantes segundo Gomes et al. (2002), para avaliar o potencial de desempenho e as chances de sobrevivência das mudas no campo, já que plantas com maiores valores nos quesitos H e DC têm, proporcionalmente, maiores chances de sobrevivência.

Foi possível observar a partir da análise estatística dos dados biométricos que houve diferença significativa entre o controle e os demais tratamentos, sendo que os tratamentos vermicompostos não diferiram entre si, e, o pior desempenho foi observado no tratamento controle, comportamento este que persistiu ao longo de todo experimento; tal fato pode estar relacionado ao teor nutricional do mesmo o qual é virtualmente ausente, e, tendo em vista que de acordo com Grant et al. (2001), as plantas apresentam grande demanda pelo elemento P nas fases juvenis; além da elevada exigência nutricional da *P. dubium*, sendo os elementos N e P os mais importantes para seu crescimento (VENTURIN et al., 1999).

A diferença entre o tratamento controle e os tratamentos vermicompostos, ao longo do experimento, pode ser observado nos gráficos de crescimento nas Figuras 2A e 2B.

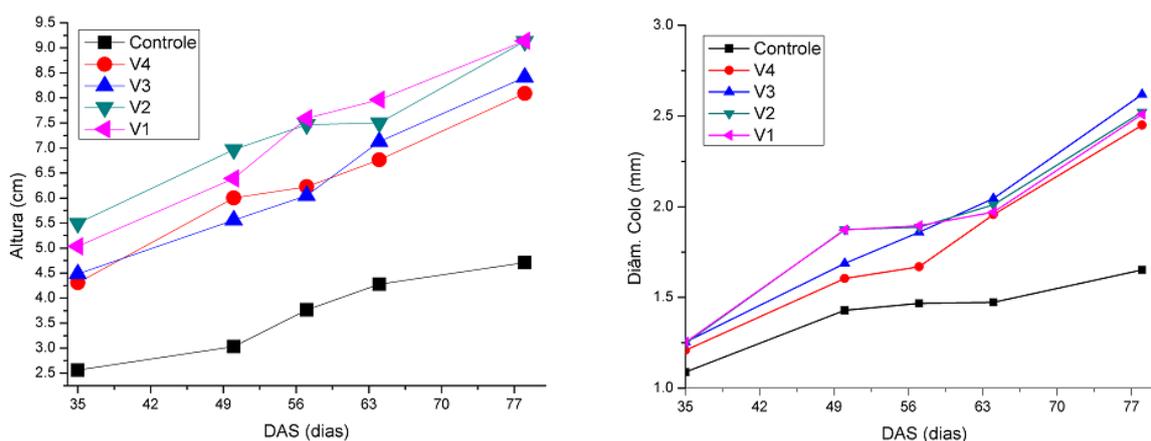


Figura 2. Crescimento em Altura (A) e Diâmetro do Colo (B) para Plantas de *P. dubium* produzidas em substratos vermicompostos V1 (60%CR x 40%BC), V2 (50%CR x 50%BC), V3 (40%CR x 60%BC), V4 (70%CR x 30%BC) e em substrato controle (Plantmax®).

Embora a dinâmica de crescimento representada pelo aumento em H e DC tenha sido similar entre os tratamentos vermicompostos, a altura das plantas do controle já é menor aos 35 DAS, persistindo esta diferença ao longo do experimento (Figura 2A), já o diâmetro do colo das plantas com substrato vermicomposto se distinguem do controle a partir dos 63 DAS (Figura 2B).

O aumento em altura das plantas nem sempre está relacionado à estabilidade no desenvolvimento, portanto, este dado não pode ser analisado isoladamente. Plantas estioladas apresentam como resposta comum o aumento em altura, no entanto, o aumento em altura e diâmetro do colo observados na mesma planta são indícios de melhor

performance e vigor, provavelmente associados à maior disponibilidade de nutrientes nos substratos (SOUZA et al., 2012).

O desempenho no crescimento em H e DC da canafístula nos substratos vermicompostos foi estatisticamente similar como pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5. Valores Médios de Altura e Diâmetro do Colo para Plantas de *P. dubium* produzidas em substratos vermicompostos - V1 (60%CR x 40%BC), V2 (50%CR x 50%BC), V3 (40%CR x 60%BC), V4 (70%CR x 30%BC) e em substrato controle (Plantmax®).

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro Colo (cm)
Controle	4,71 b	1,65 b
V1	9,14 a	2,45 a
V2	9,13 a	2,62 a
V3	8,41 a	2,52 a
V4	8,09 a	2,51 a

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$) entre os tratamentos. Os valores devem ser comparados apenas entre as linhas de uma mesma coluna.

As características químicas dos vermicompostos também podem estar relacionadas à diferença no crescimento da *P. dubium* em relação ao tratamento controle, já que os tratamentos vermicompostos apresentam, de acordo com Martinez (1998), maior capacidade de troca catiônica, além de outras substâncias como a mucoproteína e substâncias com funções hormonais, conhecidas e desconhecidas, que influenciam e regulam o desenvolvimento da planta.

2.4 CONCLUSÃO

Embora tratada como espécie pouco exigente, as mudas canafístula produzidas nos tratamentos vermicompostos diferiram do tratamento controle para os principais parâmetros de crescimento, comportamento observado desde a primeira medição aos 35° DAS e persistido até o final do experimento.

Não houve diferença estatística entre os substratos vermicompostos quanto à emergência da canafístula; os substratos vermicompostos também não diferiram do tratamento controle neste parâmetro.

A diferença no crescimento em H e DC entre o tratamento controle e os vermicompostos de CR e BC podem estar relacionadas ao teor nutricional dos substratos, assim como a características químicas do vermicompostos como a presença de mucoproteínas e substâncias com funções hormonais.

Os resultados das análises biométricas corroboram os substratos vermicompostos como alternativa ao substrato comercial Plantmax® no cultivo da espécie *Peltophorum dubium*.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C. S; de SOUZA, A. F.; RAMOS, F. N.; PEREIRA, T. S.; CRUZ, A. P. M. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 03, p. 609-615, 2000.

ARAÚJO, D. B. **Produção de mudas de espécies ornamentais em substratos a base de resíduos agroindustriais e agropecuários**. 2010. 54p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Ciências do solo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2010.

BOBATO, A. C. C.; OPAZO, M. A. U.; NÓBREGA, L. H. P.; MARTINS, G. I. Métodos comparativos para recomposição de áreas de mata ciliar avaliados por análise longitudinal. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 89-95, mar. 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v30i1.1138>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

BORLAUG, N. E. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. **Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**. Roseville - USA, v. 38, n. 2, p. 29-60, mar. 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1079/IVP2001279>>. Acesso em: 04 mai. 2016.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1995. 451p.

CARVALHO, P. E. R. **Canafístula**. Colombo-PR: Embrapa Florestas, 2002. 15 p. (Circular Técnica 64).

CHAOUI, H. I.; ZIBILSKE, L. M.; OHNO, T. Effects of earthworm casts and compost on soil microbiol activity and plant nutrient availability. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 35, n. 2, p. 295-302, fev. 2003. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00279-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00279-1)>. Acesso em: 02 fev. 2016.

DAN, E. L.; MELLO, V. D. C.; WETZEL, C. T.; POPINIGIS, F; ZONTA, E. P. Transferência de matéria seca como método de avaliação de vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. DE O.; ROCHA, R. L. F. Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata*. **Floram**, Rio de Janeiro: Cubo, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/floram.2014.027>>. Acesso em: 03 mai. 2016.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. Emergência e crescimento inicial da canafístula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 65-71, jul. 2012. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/2243>>. Acesso em: 29 mai. 2016.

GOMES, J. M; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Padrões morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, dez. p. 655-664, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v26n6/a02v26n6.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2016.

GRANT, C.A.; PLATEN, D.N.; TOMAZIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 95, p. 01-05, set. 2001. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/iabrazil.nsf/0/B70BBB24C44D200283257AA30063CAA6/\\$FILE/Jornal%2095.pdf](http://www.ipni.net/publication/iabrazil.nsf/0/B70BBB24C44D200283257AA30063CAA6/$FILE/Jornal%2095.pdf)>. Acesso em: 28 mai. 2016.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, Belo Horizonte-MG, v. 1, n. 1, p. 148-155, 2005.

LOPEZ, J. A.; LITILE JUNIOR, E.L.; RITZ, G.F.; ROMBOLD, J.S.; HAHN, W.J. **Arboles comunes dei Paraguay**: riande yvyra mata kuera. Washington: Cuerpo de Paz, 1987. 425 p.

MARTINEZ, A. A. **A grande e poderosa minhoca**: manual prático do minhocultor. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 148 p.

MODESTO, Z. M. M.; Siqueira, N. J. B. **Botânica**. São Paulo: EPU, 1981. 356 p.

PEREZ, S. C. J. G. de A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. 1999. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafístula. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 57-68, 1999.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre-RS: Corag, 1988. 525 p.

ROSSETTO, C. A. V.; NOVEMBRE, A. D. da L. C. ; MARCOS FILHO, J.; da SILVA, W.R.; NAKAGAWA, J. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, na qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 1-2, p. 97-105, 1997. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161997000100014>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

SOARES, F. P.; PAIVA, R.; CAMPOS, A. C. A. L.; PORTO, J. M. P.; NOGUEIRA, R. C.; STEIN, V. C. Germinação de sementes de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. S2, 1180-1182, 2007. Disponível em:

<<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1041>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

SOUZA, N. H. de; MARCHETTI, M. E.; CARNEVALI, T. de O.; RAMOS, D. D.; SCALON, S. de P. Q.; SILVA, E. F. da. Estudo nutricional da canafístula (II): eficiência nutricional em função da adubação com nitrogênio e fósforo. **Rev. Árvore**, Viçosa, vol. 36, n. 5. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000500002>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N.M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.33-41, 2002.

VENTURIN, N. DUBOC, E.; do VALE, F. R.; DAVIDE, A. C. Adubação mineral do angico-amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 441-448, mar. 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n3/8667>>. Acesso em: 03 mai. 2016.

CAPÍTULO 3 – ANÁLISE MORFOLÓGICA DE PLÂNTULAS DE CANAFÍSTULA (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) PRODUZIDAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS VERMICOMPOSTOS ORGÂNICOS

3.1 INTRODUÇÃO

A importância do bioma Cerrado vai além de sua extensão, cerca de 22% do território nacional, está representada na riqueza ambiental por sua rica biodiversidade e presença de espécies endêmicas; social e econômica representada pelo uso de seus serviços ecossistêmicos por diversas populações (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016; AGUIAR et al., 2015).

A agricultura em larga escala e urbanização, porém, colocam o bioma e os serviços ecossistêmicos prestados, sob grande pressão e risco. Tornando necessária a adoção de ações de conservação, e quando necessário, regeneração de áreas degradadas (DUARTE & THEODORO, 2002; KLINK & MACHADO, 2005).

Ações de reflorestamento devem considerar espécies que agreguem valor ao restabelecer os aspectos estruturais e funcionais do ecossistema, e mudas de boa qualidade que determinarão o sucesso do plantio (OLIVEIRA et al., 2016). A espécie florestal Canafístula (*Peltophorum dubium*) apresenta diversas características que tornam seu uso viável em projetos de restauração de áreas degradadas, como por exemplo, rápido crescimento, rusticidade, ser heliófita, dentre outros; porém, faz-se necessário o conhecimento das respostas da espécie à diferentes meios de cultivo visando a produção de mudas de qualidade.

Dentre as características a serem estudadas está a morfologia das plântulas, que podem fornecer diversas informações acerca do desenvolvimento da espécie como, por exemplo, o aumento em superfície das raízes, folhas e caule.

A análise da área foliar das plântulas é importante, pois tal dado está diretamente ligado à captação de energia e produção da matéria seca, sendo esta característica um indicativo do desempenho da espécie em determinado ambiente; isso porque os índices envolvidos mostram a capacidade do sistema de sintetizar e alocar a massa produzida,

indicando padrões de crescimento em diferentes situações como variações genéticas ou ambientais (FONSECA & CONDÉ, 1994; BARCELOS et al., 2007; FONTES et al., 2005).

A análise da área superficial das raízes é importante, pois o desenvolvimento das raízes é um indicativo das condições nutricionais do meio, das respostas fisiológicas da planta a tais condições (HARPER et al., 1991), bem como de sua aptidão para a retomada do crescimento no replantio.

Os dados morfológicos, como altura da parte aérea (H), diâmetro do colo (DC), área foliar (AF), área radicular (AR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST), são indicadores da qualidade das mudas, caracterizado pelo maior vigor; sendo o IQD (Índice de Qualidade de Dickson), de acordo com Fonseca (2000), uma medida morfológica integrada que pondera parâmetros de robustez e distribuição da fitomassa, um bom indicador de qualidade; tornando esta medida uma ferramenta nos estudos voltados à produção de mudas de qualidade.

Dessa forma, são discutidos os principais parâmetros morfológicos de plantas da espécie florestal canafístula desenvolvidas em diferentes substratos orgânicos vermicompostos a fim de gerar dados que contribuam para a produção e manejo dessa espécie nativa.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em casa de vegetação, localizada na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, campus Dourados. Os frutos de canafístula foram coletados de diversas matrizes encontradas no município, garantindo viabilidade genética, após beneficiamento manual foram selecionadas 500 sementes, as quais foram escarificadas e plantadas em tubetes de 290 cm³, em 5 diferentes tratamentos compostos por 4 repetições de 25 sementes cada, os quais foram distribuídos no viveiro em delineamento inteiramente casualizada.

3.2.1 Crescimento, Biomassa e Vigor

Após 79 DAS (Dias após Semeadura) foram retiradas, de forma aleatória, 5 mudas por repetição totalizando 20 por tratamento; estas mudas foram lavadas em água corrente

para a retirada do substrato, foram medidos os diâmetros do colo (DC), altura (H) e comprimento da raiz (CR), cortadas de forma a separar raiz e parte aérea (PA), sendo tais partes utilizadas nas análises de área, biomassa e vigor.

As raízes e folíolos foram escaneados em aparelho da marca HP Deskjet, modelo F4180, as imagens resultantes foram analisadas por meio dos softwares ImageJ (Folíolos) e Safira (raízes); o processamento das imagens resultou nos dados área foliar (AF), área superficial das raízes (ASR), diâmetro ponderado das raízes (DR).

Com a obtenção do diâmetro das raízes foi possível o cálculo da área modular (AM) considerando-se que quanto maior a superfície modular maior será a superfície de contato da raiz (SANTIAGO & PAOLI, 2003).

Foi adotado um módulo cilíndrico, calculado por meio da fórmula do cilindro:

$$2 \cdot \pi \cdot r \cdot (r + h)$$

Sendo:

r = Diâmetro Ponderado das raízes (DR)/2

h = Altura adotada de 2 mm

π = constante

Após o escaneamento as partes foram pesadas em balança digital de precisão da marca Sartorius, modelo TE2145, acondicionadas em sacos de papel pardo devidamente pesados e etiquetados com peso fresco, tratamento correspondente e a data referente ao início de secagem do experimento, que foi realizada em estufa da marca Quimis, à temperatura constante de 65 °C durante o período de 7 dias nos quais as amostras foram pesadas diariamente até que não apresentaram mais variação.

O peso fresco e seco das amostras resultou nos dados referentes à Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), Massa Fresca da Raíz (MFR), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) e Massa Seca da raiz (MSR), a soma da MSR e MSPA resultou nos dados de Massa Seca Total (MST); tais dados foram submetidos à análise de normalidade, de variância (Anova (dados com normalidade), Kruskal Wallis (dados não normais) sendo as médias ou medianas comparadas por meio do teste de Tuckey; adotou-se nas análises 5% de significância.

Por meio dos dados de massa seca foi calculado o índice de qualidade Dickson (IQD) por meio da fórmula descrita por Dickson et al. (1960):

$$IQD = \frac{MST(g)}{\left(\frac{H}{DC}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSR}\right)}$$

Na qual:

MSPA = peso da massa seca da parte aérea;

MSR = peso da massa seca da raiz;

MST = peso da massa seca total;

DC = diâmetro do colo;

H = altura;

3.2.2 Concentração de Nutrientes

Os substratos vermicompostos foram enviados para o laboratório de análises de solos - Solanálise para determinação da composição nutricional, sendo os resultados obtidos apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Composição nutricional dos substratos vermicompostos V1, V2, V3, V4 e do substrato controle (Plantmax®).

Nutrientes	Substratos				Controle
	V1 (60%CR x 40%BC)	V2 (50%CR x 50%BC)	V3 (40%CR x 60%BC)	V4 (70%CR x 30%BC)	
N (g/kg)	12	11,20	11,40	11,03	
P (g/kg)	3,36	2,98	3,19	2,93	
K (g/kg)	2	2,0	2,0	1,0	
Ca (g/kg)	7,35	6,05	5,90	5,10	
Mg (g/kg)	1,55	1,45	1,45	1,35	
S (g/kg)	14,93	14,88	13,02	13,48	
C (g/kg)	135	130	147	123	
Mat. Orgânica (g/kg)	233	224	254	212	
Cu (mg/kg)	160	140	100	110	
Zn (mg/kg)	170	150	150	160	
Fe (mg/kg)	118.250	133.500	114.250	130.000	
Mn (mg/kg)	1150	1260	1080	1010	
B (mg/kg)	12,38	11,47	11,03	10,35	
Umidade (%)	6,70	9,29	11,50	4,57	
pH	5,40	5,30	5,60	5,80	5,50

A massa seca resultante do experimento foi enviada ao laboratório de solos – Solanálise, para aferição dos componentes presentes nas plantas por meio da análise da composição físico-química dos nutrientes absorvidos pela planta, visando avaliar o estado nutricional e a alocação de recursos das plantas cultivada nos diferentes substratos.

Os nutrientes presentes na massa seca foram determinados por meio dos seguintes testes:

- a) N - Digestão sulfúrica em bloco digestor (micro Kjeldahl); Destilação de nitrogênio por arraste de vapor.
- b) P - K - Ca - Mg - S - B - Cu - Zn - Fe - Mn - Digestão nítrica perclórica em bloco digestor micro Kjeldahl; Espectrometria de emissão atômica com indução de plasma - EEA - ICP.

Os resultados obtidos por meio das análises de área, superfície, fitomassa, H e DC finais e IQD nos diferentes tratamentos foram submetidos a testes de normalidade, análise de variância (Anova), sendo as médias analisadas por meio do teste de Tuckey.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de fitomassa da parte aérea, área foliar, altura e diâmetro do colo final são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Resultados referentes às análises de Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Área Foliar (AF), Altura (H) e Diâmetro do Colo (DC) finais de mudas de *P. dubium* produzidas em substratos vermicompostos V1 (60%CR x 40%BC), V2 (50%CR x 50%BC), V3 (40%CR x 60%BC), V4 (70%CR x 30%BC) e em substrato controle (Plantmax®).

Tratamentos	MSPA (g)	AF (cm ²)	H (cm)	DC (mm)
Controle	0,08 b	9.26 c	6,76 c	1,65 b
V4	0,45 a	27.22 b	11,07 ab	2,71 a
V3	0,52 a	30.54 ab	11,02 b	2,56 a
V2	0,49 a	37.53 a	12,11 a	2,77 a
V1	0,46 a	31.89 ab	12,07 ab	2,70 a

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$) entre os tratamentos. Os valores devem ser comparados apenas entre as linhas de uma mesma coluna.

Com relação ao desenvolvimento da parte aérea da espécie nativa canafístula nos diferentes substratos, houve diferença significativa entre o tratamento controle e os demais para todos os parâmetros avaliados, sendo as menores médias e medianas observadas

sempre no tratamento controle, 0,08g para MSPA, 9,26 cm² para AF, 6,76 cm para H e 1,65 mm para DC.

Houve diferença significativa entre os substratos vermicompostos no parâmetro AF entre os tratamentos V2 (37,53 cm²) e V4 (27,22 cm²), e, para H houve diferença estatística entre os tratamentos V2 (12,11 cm) e V3 (11,02 cm). Não houve diferença entre os substratos vermicompostos para os parâmetros de MSPA e DC.

Apesar da diferença estatística entre os substratos vermicompostos, o ganho em H das mudas cultivadas no tratamento V3 foi cerca de 38,7% superior ao do tratamento controle, e de 66% em AF no tratamento V4 em comparação ao controle.

O melhor desempenho dos tratamentos vermicompostos para os parâmetros da parte aérea evidenciam o efeito dos nutrientes disponibilizados para as plantas, afetando significativamente o seu crescimento, com acréscimo de cerca de 83% em MSPA e 37% em DC.

O substrato tem a finalidade de sustentar a muda sendo a base física para o crescimento radicular e disponibilização de água e nutrientes (KÄMPF, 2002); porém a utilização de algumas misturas requerem cuidados, pois, pode haver deficiência de nutrientes para as plantas por conta da indisponibilidade de algum elemento (BUNT, 1976); sendo que tais nutrientes devem ser fornecidos à planta como forma de adubação misturada a irrigação, via sub-irrigação ou adubação sólida de liberação lenta misturada ao substrato (SILVA & STEIN, 2008), sendo assim quando adquirido o substrato comercial é isento de adubo cabendo ao produtor adicionar a este o nutriente de seu interesse.

O fato de não ter havido adubação explica os resultados obtidos no tratamento controle considerando que a presença de nutrientes neste substrato comercial é virtualmente ausente, justificando os resultados inferiores aos substratos vermicompostos em todos os parâmetros.

Com relação aos substratos vermicompostos, o fato de não diferirem entre si para os parâmetros de crescimento MSPA e DC, e de que mesmo os resultados inferiores, em relação ao tratamento V2, do substrato V4 (AF) e do V3 (H), ainda assim todos os tratamentos vermicompostos diferiram do tratamento controle, o que indica a aptidão destes na promoção do crescimento de mudas de canafístula.

Desta forma, a seleção de um tipo de vermicomposto dependerá de outros fatores; tais como disponibilidade, facilidade no manuseio (SILVA et al., 2001); além de parâmetros físicos, bem como dos resultados referentes ao desenvolvimento das raízes nos diferentes tratamentos.

Os resultados das análises de fitomassa da raiz, fitomassa total, área superficial radicular, área modular, diâmetro ponderado da raiz e IQD são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Resultados referentes às análises de Massa Seca da Raiz (MSR), Massa Seca Total, Área Superficial Radicular (ASR), Área Modular (AM) e Diâmetro Ponderado Radicular (DR), Comprimento Radicular (CR) e IQD de mudas de *P. dubium* produzidas em substratos vermicompostos V1 (60%CR x 40%BC), V2 (50%CR x 50%BC), V3 (40%CR x 60%BC), V4 (70%CR x 30%BC) e em substrato controle (Plantmax®).

Tratamentos	MSR (g)	MST (g)	ASR (mm ²)	AM (mm ²)	DR (mm)	CR (cm)	IQD
Controle	0,08bc	3.38	3.179,8 c	2,58 a	0,31 a	15,19 a	0.87
V4	0,13abc	10.72	6.754,92 b	2,20 b	0,28 ab	13,24 b	1,67
V3	0,13abc	11.90	7.389,54 ab	2,26 b	0,28 ab	13,47 b	1,70
V2	0,15a	12.91	9.416,72 a	2,23 b	0,28 ab	13,65 b	1,75
V1	0,10bc	11.60	10.439,44 a	1,95 c	0,27 b	14,04 b	1,36

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$) entre os tratamentos; os valores devem ser comparados apenas entre as linhas de uma mesma coluna.

Os dados referentes à MSR nos tratamentos foram similares estatisticamente, à exceção apenas do tratamento V2 (0,15 g), o qual obteve melhor desempenho, e diferenciou-se significativamente dos tratamentos controle (0,08 g) e V1(0,10 g). Porém, apesar de apenas o tratamento V2 ter se diferenciado do tratamento controle, os tratamentos vermicompostos, de forma geral, obtiveram um ganho médio em MSR cerca de 38,5% quando comparado ao tratamento controle, sendo este dado um indicativo da performance superior destes materiais na produção de *P. dubium*.

Os resultados referentes à ASR mostram que houve diferença significativa entre o tratamento controle (3.179,8 mm²) e os tratamentos vermicompostos, sendo que, de forma geral, os tratamentos vermicompostos apresentaram ganho de cerca de 63% em ASR em comparação ao tratamento controle.

Os resultados referentes à ASR mostram que, dentre os substratos vermicompostos, o tratamento V4 (6.754,92 mm²) apresentou o pior desempenho, diferindo estatisticamente dos tratamentos V1(10.439,44 mm²) e V2 (9.416,72 mm²), sendo estes os tratamentos com

melhor desempenho em área superficial, com maior crescimento radicular e raízes mais ramificadas.

Com relação à AM houve diferença estatística entre o tratamento controle e os tratamentos vermicompostos, tendo o controle apresentado desempenho superior neste parâmetro (2,58 mm²). Os tratamentos vermicompostos V2 (2,23 mm²), V3 (2,26 mm²) e V4 (2,20 mm²) não diferiram entre si, tendo, porém, diferido do tratamento V1 (1,95 mm²) o qual apresentou desempenho inferior aos demais neste parâmetro.

No parâmetro DR não houve diferença estatística dos tratamentos vermicompostos V1 (0,27 mm), V2 (0,28 mm), V3 (0,28 mm) e V4 (0,28 mm) entre si; e, com relação ao controle (0,31 mm) o único tratamento vermicomposto a se diferenciar significativamente foi o tratamento V1.

O aumento em diâmetro da raiz é um indicativo das características físicas do substrato, uma vez que tal característica aumenta a capacidade de penetração em solos compactados, sendo que o aumento em diâmetro ocorre quando o diâmetro dos poros do solo são maiores que o diâmetro da raiz, podendo resultar em diminuição do volume de solo a ser explorado pelas raízes (SILVA et al., 2002; DOLAN et al., 1992)

Os dados referentes ao CR mostram que não houve diferença significativa entre os tratamentos vermicompostos V1 (14,04 cm), V2 (13,65 cm), V3 (13,47 cm) e V4 (13,24 cm); apenas o tratamento controle (15,19 cm) se diferenciou apresentando desempenho superior ao observado nos demais para este parâmetro.

O crescimento radicular em extensão e ramificação, como observado nos tratamentos vermicompostos, é reflexo das melhores condições nutricionais. Por outro lado, o crescimento em extensão da raiz pode ser verificado como estratégia para aumentar a área de exploração e conseqüentemente aumentar a captação de recursos, em condições de deficiência de água e/ou nutrientes (SANTOS & CARLESSO, 1998), ou seja, em determinadas circunstâncias pode haver alocação de recursos para o sistema subterrâneo das plantas.

Sistemas radiculares pouco ramificados, com elevado crescimento em extensão associado ao maior diâmetro e área do módulo, a exemplo do tratamento controle, podem refletir as respostas ao estresse nutricional. Fernandes et al. (2013), estudando deficiências nutricionais de macronutrientes e sódio em mudas de pupunheira, observaram que mudas

deficientes em P apresentaram aumento no comprimento das raízes primárias e menor quantidade de radículas; deficiência de B, por sua vez, pode reduzir a produção de raízes totais e finas, causar engrossamento das raízes e ramificações curtas (LIMA FILHO & MALAVOLTA, 1997; SALVADOR et al., 1999; PINHO et al., 2008).

Raízes bem desenvolvidas representam aumento na capacidade de produção de massa das plantas, pois, são responsáveis pela entrada de água e nutrientes, além do armazenamento de carboidratos e proteínas responsáveis pela produção e perenidade da planta; sendo assim, nos tratamentos com substratos vermicompostos, as raízes potencializaram não só a absorção de nutrientes do meio como também o transporte para a parte aérea, bem como o armazenamento de fotoassimilados provenientes da parte aérea (GRISE et al., 2004; GIACOMINI et al., 2005; HERLING et al., 2001).

Com relação à MST foram observados os melhores resultados nos tratamentos vermicompostos, sendo a melhor performance verificada no tratamento V2 (12,91 g), seguido pelos tratamentos V3(11,90 g), V4 (10,72 g) e V1 (11,60 g); e, os ganhos referentes a MST nas mudas produzidas com substratos vermicompostos foi cerca de 70% superior ao das produzidas no substrato controle (3,38 g).

Com relação ao IQD os tratamentos vermicompostos foram, em média, cerca de 46% superiores ao tratamento controle (0,87); o melhor resultado para o índice de qualidade foi observado no tratamento vermicomposto V2 (1,75) seguido pelos tratamentos V3 (1,70), V4 (1,67) e V1 (1,36). De acordo com Hunt (1990), o valor do IQD deve ser superior a 0,2, assim todos os tratamentos atingiram o recomendado pelo autor; porém, quanto maior o valor do IQD melhor a qualidade da muda, sendo assim, os resultados de IQD indicam a maior eficiência dos substratos vermicompostos na expressão do potencial produtivo das mudas de *P. dubium* resultando em plantas mais vigorosas.

Os valores referentes ao IQD das mudas produzidas nos tratamentos vermicompostos deste experimento foram, em média, cerca de 82% superiores aos valores observados no estudo de Dutra et al. (2013), que avaliou substratos alternativos, Bioplant[®] (B) e bagaço de cana-de-açúcar (BC), para a produção de mudas de canafístula e obteve como melhor resultado (0,28) para mudas cultivadas em substrato B puro, e, o pior resultado (0,09) para mudas produzidas em BC puro.

A diferença entre os IQDs das mudas de canafístula produzidas neste experimento e no experimento de Dutra et al. (2013) podem não ser explicitamente devido aos diferentes tratamentos, apesar de tratar-se da mesma espécie florestal não se pode descartar o fator da variabilidade genética. Engel & Parrota. (2003) afirmam que espécies secundárias, devido à suas características, apresentam fluxo gênico intermediário, com divergência genética moderada entre suas populações.

Os resultados referentes às análises de identificação e quantificação dos nutrientes presentes na massa seca da raiz serão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Total de Macro e Micronutrientes em plântulas de *P. dubium* produzidas em substratos vermicompostos em diferentes concentrações de conteúdo ruminal (CR) e bagaço de cana-de-açúcar (BC), e, em substrato controle (Plantmax®).

Nutrientes Alocados - Raiz					
Nutrientes	V1 (60%CR x 40%BC)	V2 (50%CR x 50%BC)	V3 (40%CR x 60%BC)	V4 (70%CR x 30%BC)	Controle
P (g/kg)	1,70	1,39	1,69	1,77	3,65
N (g/kg)	10,32	9,48	9,78	11,70	6,24
K (g/kg)	17,77	14,87	18,88	17,83	25,08
Ca (g/kg)	4,97	4,52	4,51	4,90	4,46
Mg (g/kg)	2,09	1,64	2,02	1,66	2,69
S (g/kg)	1,56	1,08	1,31	1,32	2,63
Cu (mg/kg)	8,82	8,29	9,62	7,99	5,29
Zn (mg/kg)	18,09	16,45	19,23	15,93	27,28
Mn (mg/kg)	18,95	21,15	20,74	11,73	5,28
B (mg/kg)	82,73	58,40	82,16	79,16	78,04
Fe (mg/kg)	1335,00	1660,00	1715,50	1510,00	248,16

Nutrientes Alocados – Parte Aérea					
Nutrientes	V1 (60%CR x 40%BC)	V2 (50%CR x 50%BC)	V3 (40%CR x 60%BC)	V4 (70%CR x 30%BC)	Controle
P (g/kg)	1,46	1,26	1,51	1,48	2,12
N (g/kg)	13,08	12,54	11,88	12,48	8,40
K (g/kg)	11,91	11,16	11,40	11,53	10,98
Ca (g/kg)	7,26	7,00	6,87	7,18	5,70
Mg (g/kg)	1,54	1,61	1,70	1,62	2,28
S (g) /kg	0,97	0,83	0,80	0,82	1,02
Cu (mg/kg)	1,92	0,94	1,87	1,77	1,58
Zn (mg/kg)	15,84	15,41	17,37	14,91	17,25
Mn (mg/kg)	17,58	17,65	14,56	12,94	9,41
B (mg/kg)	53,94	53,41	54,93	53,54	51,78
Fe (mg/kg)	129,49	110,24	102,56	119,72	74,36

O resultado da análise química de macro e micronutrientes (Tabela 11) mostrou que a maioria dos nutrientes (P, K, Mg, S, Cu, Zn, Mn, B e Fe) encontra-se disponível em

maior quantidade na raiz, enquanto os elementos N e Ca estão presentes em maior quantidade na parte aérea; excetuando-se o tratamento controle que apresentou níveis maiores de Mn na parte aérea. Dentre os nutrientes presentes na MSR e PA nos diferentes tratamentos merecem destaque os resultados referentes ao P, K, Mg, Mn e Fe.

Com relação ao P os resultados indicam que a presença deste elemento foi cerca de 55% maior na raiz do controle do que a média encontrada nas raízes dos tratamentos vermicompostos. Este fato pode estar relacionado a afirmação de Grant et al. (2001) de que a planta pode reter suprimento de P nas raízes para satisfazer suas necessidades em condições onde há baixa disponibilidade deste nutriente.

Os teores de K alocados na PA foram similares para todos os tratamentos, enquanto que nas raízes foi maior no tratamento controle. Silva et al. (2002) afirma que o aumento do diâmetro radicular, a exemplo do ocorrido no tratamento controle, pode favorecer a absorção de K por unidade de comprimento da raiz em meio compactado. Desta forma a presença de teores mais elevados deste nutriente no tratamento controle pode estar relacionado as características físicas do substrato.

O Mg é um componente da molécula de clorofila, sendo que, de 15 a 30% do Mg presente nas plantas é associado com a molécula de clorofila (BARKER & PILBEAM, 2007); os resultados das análises indicam, porém, a presença de Mg em maiores quantidades na massa seca do tratamento controle, apesar das mudas mais vigorosas terem sido produzidas nos tratamentos vermicompostos.

Dentre as propriedades do Mg a mais importante é a solubilidade de seus compostos, sendo que sua abundância sugere multiplicidade de funções, dentre elas a transferência de fosfato (NOVAIS et al., 2007). Desta forma o maior teor de Mg no tratamento controle pode ser uma resposta ao desbalanço nutricional deste substrato, o qual apresenta deficiência de P, visando a transferência deste nutriente, que em situação de baixa disponibilidade é armazenado na raiz.

O teor de Fe foi superior nos tratamentos vermicompostos tanto na PA quanto nas raízes, tal fato pode estar relacionado ao teor de matéria orgânica (MO) que promove o melhor aproveitamento do Fe pelas plantas, e, da presença de substâncias húmicas com capacidade de formar quelatos (NOVAIS et al., 2007).

Quanto ao Mn foi observado maior teor na matéria seca de plantas produzidas em substrato vermicomposto, tanto na PA quanto nas raízes. A forma bivalente do Mn é absorvida em maior abundância pela planta, podendo haver acúmulo deste elemento, em meio rico em húmus, com pH igual ou inferior a 5,5 e condições redutoras elevadas (NOVAIS et al., 2007); características estas que se enquadram nos tratamentos vermicompostos.

A condição inicial de nutrientes presentes nos substratos não é constante ao longo do experimento, sendo que parte é absorvida pela planta, mas parte é perdida no sistema por meio de processos de lixiviação e volatilização. Os nutrientes encontrados em menores quantidades nas mudas de *P. dubium* podem ter sido lixiviados e/ou volatilizados, tornando-se indisponíveis para as plantas.

A indisponibilidade ou excesso de nutrientes no meio causa desbalanço nutricional, melhor exemplificado pelos resultados do tratamento controle, ao passo que a produção de mudas mais vigorosas de canafístula produzidas nos substratos vermicompostos indica a melhor manutenção do balanço nutricional nestes substratos.

3.4 CONCLUSÃO

Quanto ao desenvolvimento da PA houve diferença significativa entre os substratos vermicompostos e o controle; a performance dos substratos vermicompostos foi superior ao do tratamento controle nos parâmetros MSPA, AF, H e DC.

Os tratamentos vermicompostos não diferiram entre si na produção de MSPA e no parâmetro DC; sendo que, de maneira geral, apresentaram ganho em MSPA cerca de 83% e, em DC cerca de 37% superior ao tratamento controle.

O desempenho superior dos tratamentos vermicompostos quanto ao parâmetro ASR pode estar relacionado às melhores condições nutricionais do meio; porém, não se pode descartar a hipótese de que tais diferenças estejam ligadas também a características físicas destes substratos.

O tratamento controle apresentou os maiores resultados nos parâmetros DR, CR e AM, tendo se diferenciado estatisticamente dos substratos vermicompostos quanto ao quesito CR, e, do tratamento V1 no parâmetro DR; este resultado pode estar relacionado ao estresse nutricional e/ou às características físicas do substrato.

A produção média de MST entre os tratamentos vermicompostos foi cerca de 70% superior a do tratamento controle, sendo que os maiores resultados de IQD foram observados nos tratamentos vermicompostos V2, V3, V4 e V1, respectivamente; o resultado médio dos valores referentes ao IQD dos tratamentos vermicompostos foi cerca de 46% superior ao do controle.

Os nutrientes P, K, Mg, S, Cu, Zn, Mn, B e Fe encontram-se em maior quantidade nas raízes das mudas de canafístula para todos os tratamentos a exceção do Mn no tratamento controle, que encontra-se em maior quantidade na PA. Os teores de N e Ca encontram-se em maior quantidade na PA em todos os tratamentos.

As mudas de canafístula produzidas no substrato controle apresentaram maiores teores de P, K e Mg, tal fato pode ser uma resposta das plantas ao estresse nutricional do meio e/ou condições físicas do substrato. Os maiores teores de Mn e Fe foram observados nos tratamentos vermicompostos, tal fato pode ter ocorrido devido a facilitação da absorção destes nutrientes em meio rico em matéria orgânica e húmus.

Considerando as respostas relacionadas ao crescimento e vigor das mudas de *P. dubium* cultivadas nos diferentes substratos, é possível afirmar que, neste estudo, o potencial produtivo da espécie foi superior nos tratamentos vermicompostos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B.; FRANÇOSO, R. D.; NEVES, A. C.; FERNANDES, G. W.; LACERDA, F. P. M. S.; FERREIRA, G. B.; SILVA, J. DE A. BUSTAMANTE, M.; DINIZ, S. Cerrado: terra incógnita do século 21. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro-RJ, v. 55, n. 330, p. 33-37, 2015.

BARCELOS, M. D.; GARCIA, A.; MARCIEL JUNIOR, V.A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um Latossolo vermelho-amarelo. **Ciência & Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 21-27, 2007.

BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. **Handbook of plant nutrition**. New York: CRC Press, 2007. 662p.

BUNT, A. C. **Modern Potting Composts**. Londres: George Allen & Unwin, 1976. 277p.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, n.1, p.10-13, 1960.

DOLAN, M.S.; DOWDY, R.H.; VOORHEES, W.B.; JOHNSON, J.F.; BIDWELL-SCHRADER, A.M. Corn phosphorus and potassium uptake in response to soil compaction. **Agron. J.**, Madison, v. 84, n. 4, p. 639-642, 1992.

DUARTE, L. M. G.; THEODORO, S. H. **Dilemas do cerrado**: entre o ecologicamente (in) correto e o socialmente (in) justo. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. 242 p.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. de. Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para produção de mudas de canafístula. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 60, n. 1, p.72-78, 2013. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2013000100011>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu-SP: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas Florestais, 2003. p.1-26.

FERNANDES, A. R.; MATOS, G. S. B. de; CARVALHO, J. G. de. Deficiências nutricionais de macronutrientes e sódio em mudas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p.1178-1189, 2013. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/s0100-29452013000400029>>. Acesso em: 22 jan. 2017.

FONSECA, C. E. L.; CONDÉ, R. C. C. Estimativa da Área Foliar em mudas de Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gom.). **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 29, n.4, p. 593-599, 1994.

FONSECA, E.P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, *Cedrela fissilis* Veli. e *Aspidosperma polyneuron* Müll Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 2000. 113p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2000.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 94-99, 2005.

GIACOMINI, A. A.; MATTOS, W. T. de; MATTOS, H. B. de; WERNER, J. C.; CUNHA, E. A. da, C.; CARVALHO, D. D. de. Crescimento de raízes dos capins aruana e tanzânia submetidos a duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1109-1120, 2005.

GRANT, C.A.; PLATEN, D.N.; TOMAZIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 95, p. 01-05, set. 2001. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/B70BBB24C44D200283257AA30063CAA6/\\$FILE/Jornal%2095.pdf](http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/B70BBB24C44D200283257AA30063CAA6/$FILE/Jornal%2095.pdf)>. Acesso em: 28 mai. 2016.

GRISE, M.M.; PELISSARI, A.; FERNANDES, A.C.; VALERI O, S. Desenvolvimento radicular em pastagem de aveia preta (*Avena strigosa* schreb) mais azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em resposta ao pastejo. In: 41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004, Campo Grande - MS. **Anais...** CD-ROM, Campo Grande - MS, 2004.

HARPER, J. L.; JONES, M.; SACKVILLE-HAMILTON, N. R. The evolution of roots and the problems of analysing their behaviour. In: ATKINSON, D. (Ed.). **Plant root growth: an ecological perspective**. Oxford: Blackwell, 1991. p. 3-22.

HERLING, V.R.; RODRIGUES, L. R. A; LUZ, P. H. C. Manejo do pastejo. In: 18ª Simpósio Sobre Manejo da Pastagem: planejamento e sistemas de produção em pastagens, 2001, Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p. 157-192.

HUNT, G. A. Effect of styrobloc design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLIN ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200. 1990. Roseburg. **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218 - 222

KÄMPF, A.N. O uso de substrato em cultivo protegido no agronegócio brasileiro. In: FURLANI, A.M.C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p.1-6.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte-MG, v. 1, n. 1, p. 148-155, 2005.

LIMA FILHO, O. F. de & MALAVOLTA, E. Sintomas de desordens nutricionais em estévia [*Stevia rebaudiana* (Bert.)Bertoni]. **Sci. Agric.**, Piracicaba-SP, v. 54, n. 1-2, p. 53-61, 1997. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161997000100008> >. Acesso em: 20 jan. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. O Bioma Cerrado. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 20 de out. 2016.

NOVAIS, R. de; ALVAREZ, V. H. V.; DE BARROS; N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; CANTARUTTI, J. C. L.. **Fertilidade do Solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.

OLIVEIRA, M. C.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A. de; SANTOS, D. da S.; SOUZA, R. M.; GUIMARAES, T. G.; SILVA JÚNIOR, M. C. da; PEREIRA, D. J. de S.; RIBEIRO, J. F. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. Brasília-DF: Embrapa Cerrados, 2016. 124 p.

PINHO, L. G. DA R.; MONNERAT, P. H.; PIRES, A. A.; MARCIANO, C. R.; SOARES, Y. J. B. Distribuição de nutrientes e sintomas visuais de deficiência de boro em raízes de coqueiro-anão verde. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. v. 32, n. 6. Viçosa-MG, 2008. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000600035>>. Acesso em: 22 jan. 2017.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Rev. bras. eng. agríc. Ambient.**, Campina Grande-PB, v. 2, n.3, p. 287-294. 1998. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v2n3p287-294>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

SANTIAGO, E. F.; PAOLI, A. A. S.. O aumento em superfície em *Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., em resposta ao estresse por deficiência nutricional e alagamento do substrato. **Revista Brasileira de Botânica, São Paulo: FapUNIFESP (SciELO)**, v. 26, n. 4, p.503-513, dez. 2003.

SALVADOR, J. O; MOREIRA, M; MURAOKA, T. Sintomas visuais de deficiências de micronutrientes e composição mineral de folhas em mudas de goiabeira. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.9, p.1655-1662, 1999. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n9/7617.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

SILVA, R. P. da; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001.

SILVA, S. R.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; PEREIRA, P. R. G. Eficiência nutricional de potássio e crescimento de eucalipto influenciados pela compactação do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 26, n. 4, p. 1001-1010, 2002.

SILVA, P. H. M. da. STEIN, L. M. Produção de Mudanças e Recomendações de Adubação no Viveiro para Pequenos Produtores. 2008. Disponível em: <<http://www.ipef.br/silvicultura/producaomudas.asp>>. Acesso em: 20 de jan. 2017.