



MÁRCIO MARQUES QUEIROZ

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE MUDAS DE
Dimorphandra wilsonii Rizzini EM DIFERENTES SUBSTRATOS E
NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

**Sete Lagoas/MG
2017**

MÁRCIO MARQUES QUEIROZ

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE MUDAS DE
Dimorphandra wilsonii Rizzini EM DIFERENTES SUBSTRATOS E
NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Lucas Carnevalli
Dias

Coorientador: Prof. Dr. Renato Vinicius Oliveira
Castro

**Sete Lagoas/MG
2017**

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Q003g Queiroz, Márcio Marques.
 Germinação de sementes e crescimento de mudas de
Dimorphandra wilsonii Rizzini em diferentes
substratos e níveis de sombreamento / Márcio Marques
Queiroz ; orientador Dias Leonardo Lucas Carnevalli;
coorientador Castro Renato Vinícius Oliveira. -- Sete
Lagoas, 2017.
 58 p.

 Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias) -- Universidade Federal de São
João del-Rei, 2017.

 1. cerrado. 2. Favairo de Wilson. 3. germinação.
4. substrato. 5. sombreamento. I. Leonardo Lucas
Carnevalli, Dias, orient. II. Renato Vinícius
Oliveira, Castro, co-orient. III. Título.

MÁRCIO MARQUES QUEIROZ

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE MUDAS DE
Dimorphandra wilsonii Rizzini EM DIFERENTES SUBSTRATOS E
NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Lucas Carnevalli Dias

Coorientador: Prof. Dr. Renato Vinicius Oliveira Castro

Sete Lagoas/MG, 18 de agosto de 2017.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Miranda Titon – UFVJM

Profa. Dra. Glauciana da Mata Ataíde – UFSJ

Prof. Dr. Leonardo Lucas Carnevalli Dias
Orientador

“E disse Deus: *Produza a terra erva verde, erva que dê semente, árvore frutífera que dê fruto segundo sua espécie, cuja semente esteja nela sobre a terra.* E assim foi. E a terra produziu erva, erva dando semente conforme sua espécie e árvore frutífera, cuja semente está nela, conforme a sua espécie. E viu Deus que era bom.”

Gênesis, 1: 11-12

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da UFSJ/CSL, bem como toda equipe docente.

Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF), em especial os colegas do Escritório Regional Centro Norte, pelo apoio.

À Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte (FZB-BH), em especial a toda equipe do Jardim Botânico, pelo apoio e infraestrutura.

Ao meu orientador Leonardo Dias, por aceitar com alegria minha proposta de trabalho e me orientar em busca do caminho para esta conquista e, ao meu co orientador Renato Castro, pela ajuda nas análises.

A toda equipe do Jardim Botânico da FZB-BH, em especial ao Fernando Fernandes, Rodrigo Moreira, Márcia Bacelar, Sérgio, José Augusto, Margarida, Guilherme Frigo e a todos que direta ou indiretamente ajudaram para realização deste trabalho.

À minha linda esposa Rosalba Braga, pelo amor e pela parceria nessa escolha de sermos um.

A todos que mesmo não mencionados aqui colaboraram, seja na forma de um “bom dia” ou uma ajuda direta.

Meus sinceros agradecimentos.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Métodos germinativos utilizados para germinação *in vitro* de sementes de *Dimorphandra wilsonii*.....09

Tabela 2 - Métodos germinativos utilizados para germinação em sementeiras de sementes de *Dimorphandra wilsonii*.....10

Tabela 3 - Valores médios de Germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e plântulas normais (PN) de sementes de *Dimorphandra wilsonii* submetidas a diferentes concentrações de meio de cultura MS e trocas gasosas em testes de germinação *in vitro*.....13

Tabela 4 - Valores médios de Germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e plântulas normais (PN) de sementes de *Dimorphandra wilsonii* submetidas a diferentes substratos para germinação em sementeiras.....16

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Resultado da análise de fertilidade de amostras de terra de subsolo (TS) e terra de Paraopeba (TP) utilizados como substratos na produção de mudas de *D. wilsonii*.....28

Tabela 2 - Resultado das análises de pH, matéria orgânica, textura e densidade de amostras de terra de subsolo (TS) e terra de Paraopeba (TP) utilizados como substratos na produção de mudas de *D. wilsonii*.....28

Tabela 3 - Valores médios de Potencial de Hidrogeniônico (pH) determinado em água, diluição 1:5(v/v); Condutividade Elétrica (CE) obtida em solução 1:5 (v/v); Densidade Úmida (DU); Densidade Seca (DS); Umidade Atual (UA); Porosidade Total (PT); Espaço de Aeração (EA); Água Facilmente Disponível (AFD); Água Tamponante (AT); Água Remanescente (AR); Capacidade de Retenção de Água (CRA) a 10, 50 e 100 cm de coluna de água determinado em base volumétrica (v/v).....29

Tabela 4 - Valores médios do diâmetro do coleto (DC) de mudas de *D. wilsonii*, produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplântio. Belo Horizonte, MG.....33

Tabela 5 - Valores médios da altura (H) de mudas de *D. wilsonii*, produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplântio. Belo Horizonte-MG.....34

Tabela 6 - Valores médios da altura (H) de mudas de *D. wilsonii*, produzidas em diferentes substratos e níveis de sombreamento. Belo Horizonte - MG.....34

Tabela 7 - Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de *D. wilsonii*, produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplântio. Belo Horizonte-MG.....38

Tabela 8 - Valores médios da massa seca de raiz (MSR) de mudas de <i>D. wilsonii</i> , produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplantio. Belo Horizonte - MG.....	39
Tabela 9 - Valores médios da massa seca total (MST) de mudas de <i>D. wilsonii</i> , produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após transplantio. Belo Horizonte - MG.....	42
Tabela 10 - A) Relação H/D e B) relação MSPA/MSR de mudas de <i>D. wilsonii</i> , produzidas em diferentes substratos e níveis de sombreamento. Belo Horizonte - MG.....	43
Tabela 11 - Relação MSPA/MSR de mudas de <i>D. wilsonii</i> , em função do tempo e dos níveis de sombreamento. Belo Horizonte - MG.....	44
Tabela 12 - Valores médios para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de <i>D. wilsonii</i> produzidas em diferentes substratos, níveis de sombreamentos e avaliados aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplantio. Belo Horizonte - MG.....	47
Tabela 13 - Valores médios de número de nódulos em mudas de <i>D. wilsonii</i> , produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplantio. Belo Horizonte - MG.....	49

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 - Ilustração das condições ou métodos de germinação de sementes de *D. wilsonii*: A e B) Germinação *in vitro*, C e D) Sementeiras e; E e F) Germinador tipo (B. O. D.)11

CAPÍTULO 2

Figura 1 - Curva de crescimento em diâmetro do coleto (DC) de mudas de *D. wilsonii* aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplantio. Belo Horizonte - MG. TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).....32

Figura 2 - Curva de crescimento em altura (H) de mudas de *D. wilsonii* aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplantio. Belo Horizonte - MG. TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).....35

Figura 3 - Curva de incremento em massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de *D. wilsonii* aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplantio. Belo Horizonte - MG. TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).....37

Figura 4 - Curva de incremento em massa seca da raiz (MSR) de mudas de *D. wilsonii* aos 45, produzidas em diferentes substratos aos 90, 135 e 180 dias após o transplantio. Belo Horizonte - MG. TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v)39

Figura 5 - Curva de incremento em massa seca total (MST) de mudas de *D. wilsonii* produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplantio. Belo Horizonte - MG. TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v)41

Figura 6 - Relação MSPA/MSR de mudas de *D. wilsonii* em diferentes níveis de sombreamento. Belo Horizonte - MG43

Figura 7 - Curva de regressão para Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *D. wilsonii* produzidas em diferentes substratos e níveis de sombreamento em função do tempo. Belo Horizonte - MG. TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v)46

Figura 8 - Número de nódulos radiculares em mudas de *D. wilsonii* produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplante. Belo Horizonte - MG. TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).....49

SUMÁRIO

RESUMO	I
ABSTRACT	II
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS	3
CAPÍTULO 1 – DIFERENTES METODOLOGIAS PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Dimorphandra wilsonii</i> Rizzini	5
RESUMO	5
ABSTRACT	6
1 INTRODUÇÃO.....	7
1.2 Material e métodos	8
1.3 Resultados e discussões	12
1.3.1 Condição <i>in vitro</i>	12
1.3.2 Condição sementeiras	16
1.3.3 Condição germinador tipo B. O. D.	18
1.4 CONCLUSÕES	18
REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO 2 – CRESCIMENTO DE MUDAS DE <i>Dimorphandra wilsonii</i> Rizzini PRODUZIDAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO	23
RESUMO	23
ABSTRACT	24
1 INTRODUÇÃO.....	25
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.1 Caracterização dos substratos	27

2.2 Obtenção e tratamento das sementes de <i>Dimorphandra wilsonii</i>	29
2.3 Instalação do experimento	30
2.4 Delineamento experimental e avaliações.....	30
2.5 Análises	31
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4 CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICES	55

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Dimorphandra wilsonii* Rizzini EM DIFERENTES SUBSTRATOS E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi investigar e descrever o método de germinação, o tipo de substrato e o nível de sombreamento que viabilizem a produção de mudas de *Dimorphandra wilsonii* Rizzini, uma espécie florestal arbórea, endêmica de uma pequena região de transição entre o Cerrado e Mata Atlântica na porção central do Estado de Minas Gerais e que atualmente se encontra criticamente ameaçada de extinção devido a degradação de seu habitat. No Capítulo 1, um lote de sementes de *D. wilsonii* foi submetido a testes de germinação e os tratamentos testados foram agrupados de acordo com a condição ou a metodologia empregada para a germinação das sementes, conforme as seguintes descrições: I - germinação *in vitro* à temperatura de 25°C e sob luz indireta, sendo os tratamentos utilizados 1) sistema *in vitro* sem adição de meio de cultura MS, com troca gasosa e 2) sem troca gasosa; 3) sistema *in vitro* com adição de 1/4X da concentração de meio de cultura MS, com troca gasosa e 4) sem troca gasosa; 5) sistema *in vitro* com adição de 1/2 X concentração de meio de cultura MS, com troca gasosa e 6) sem troca gasosa; 7) sistema *in vitro* com adição de 1X concentração de meio de cultura MS, com troca gasosa e 8) sem troca gasosa; II - germinação em sementeiras com temperatura e luz natural, sendo os tratamentos utilizados constituídos por 9) sementeira de areia pura, 10) de areia + vermiculita (1:1) e (11) de vermiculita pura; e III - germinação em germinador tipo (*B. O. D.*), à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes por tratamento em delineamento inteiramente casualizado, sendo que para a condição de germinação *in vitro* foi utilizado o esquema fatorial 4 x 2 (concentrações de meio de cultura MS x trocas gasosas). Foram avaliados a porcentagem de Germinação (G); Primeira Contagem da Germinação (PCG) – correspondente à porcentagem de sementes germinadas no 7º dia após o início do teste; Índice de Velocidade de Germinação (IVG); Tempo Médio de Germinação (TMG), e Plântulas Normais. Para a germinação de sementes de *D. wilsonii* em condição *in vitro*, a adição de meio de cultura MS é desnecessária. A germinação foi mais vigorosa para os tratamentos em que as sementes foram submetidas à germinação com impedimento de trocas gasosas. O uso de areia pura ou a combinação areia e vermiculita (1:1) em sementeiras apresentaram bons resultados como substratos para germinação, apresentando-se como metodologia recomendada para germinação de sementes da espécie. No Capítulo 2, mudas de *D. wilsonii* foram cultivadas em diferentes substratos, sendo 1) terra de Paraopeba; 2) terra de subsolo; 3) substrato comercial BIOPANT®; 4) esterco bovino; 5) terra de Paraopeba + esterco bovino (1:1); 6) terra de subsolo + esterco bovino (1:1); 7) substrato comercial + esterco bovino (1:1) e em diferentes níveis de sobreamento, sendo a) pleno sol; b) meia sombra (Sombrite® 50%); e c) sombra (Sombrite® 80%). O Delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas. A avaliação do crescimento das plantas foi realizada aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplante, através tomada de nove mudas de cada tratamento como unidade amostral para a mensuração da altura (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e das relações H/D, MSPA/MSR, do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) e da contagem do número de nódulos radiculares. Para a produção de mudas de *D. wilsonii* a utilização de substrato composto de 50% de esterco bovino e 50% de terra de subsolo apresenta-se como uma alternativa eficiente. Mudas de *D. wilsonii* apresentam melhor desempenho em viveiro quando produzidas inicialmente em ambiente sombreado e, posteriormente, em ambiente a pleno sol.

Palavras chave: Cerrado; propagação; Faveiro de Wilson.

Comitê orientador:

Prof. Dr. Leonardo Lucas Carnevalli Dias - orientador

Prof. Dr. Renato Vinícius Oliveira Castro – Coorientador

GERMINATION OF SEEDS AND GROWING OF *Dimorphandra wilsonii* Rizini SEEDLINGS IN DIFFERENT SUBSTRATES AND LEVELS OF SHADING

ABSTRACT - The objective of this study was to investigate and describe the methods of germination, the types of substrate and the levels of shading which can enable the production of *Dimorphandra wilsonii* Rizzini seedlings, a tree species endemic to a small transition area between the 'Cerrado' (Brazilian Savannah-like vegetation) and the Atlantic Forest in the central part of Minas Gerais State. This species is currently endangered due to environmental degradation. In chapter I, a seed lot was submitted to germination tests and the techniques tested were grouped according to the conditions or the methodologies applied in the germination process, which follows as: I – *In vitro* germination at temperatures of 25° Celsius under indirect lighting, whose treatments were 1) *In vitro* system without addition of MS culture medium, with gas exchange and 2) no gas exchange; 3) *In vitro* system with concentrated MS culture medium increased at 1/4X and gas exchange; 4) and without gas exchange; 5) *In vitro* system with concentrated MS culture medium increased at 1/2X and gas exchange; 6) and without gas exchange; 7) *In vitro* system with concentrated MS culture medium increased at 1X and gas exchange; 8) and without gas exchange. II – germination in seedling beds exposed to sunlight and natural temperatures, material treatments made up of: 9) seedbed of moist sand; 10) seedbed of moist sand and vermiculite (1:1) and (11) of plain vermiculite; and III – germination in BOD germinator at temperature of 25° Celsius and photoperiod of 12 hours. Four repetitions of 20 seeds were used in completely randomized delineation and the conditions for *in vitro* germination were factorial 4 x 2 (concentration of MS culture medium x gas exchange). The parameters evaluated were Germination Rate (G); First Germination Count (FGC) – corresponding to the rate of seeds germinated on the 7th day after the beginning of the experiment – Germination Speed Index (GSI), Average Germination Time (AGT) and normal seedlings (NS). For the germination of the *D. wilsonii* seeds *in vitro*, adding MS culture medium is unnecessary. Germination was most vigorous when the seeds were submitted to no gas exchange treatments. Using plain sand or the combination of sand and vermiculite (1:1) in seedbeds proved to be effective as the substrate for germination and, thus, it is recommended for the germination of the species seeds. In chapter II, seedlings of *D. wilsonii* were grown in different kinds of substrate, as follows: 1) soil from Paraopeba; 2) subsoil dirt; 3) commercial substrate BIOPLANT®; 4) cattle manure; 5) soil from Paraopeba plus cattle manure (1:1); 6) subsoil dirt plus cattle manure (1:1); 7) commercial substrate plus cattle manure (1:1) in different levels of shading which follows as: a) Abundant sunlight; b) half shade (Sombrite® 50%); and c) full shade (Sombrite® 80%). The experimental delineation was entirely randomized into subdivided sectors. The assessment of the plants growth was done on the 45th, 90th, 135th and 180th days after transplanting in which 9 seedlings were taken from each treatment as samples for height measurement (H), collar diameter (CD), leaf number (LN), dry mass of aerial portion (DMAP), dry mass of root (DMR), total dry matter (TDM) and the relations H/D, DMAP/DMR, as well as the calculation of Dickson seedlings quality index (IQD) and count of root nodules. To produce *D. wilsonii* seedlings, using a substrate made up of 50% cattle manure and 50% subsoil dirt proved to be effective. Seedlings of *D. wilsonii* show better results when grown initially in a shaded greenhouse and later in full sunlight exposure.

Key words: Savanna; plant propagation; Faveiro de Wilson

Comitê orientador:

Prof. Dr. Leonardo Lucas Carnevalli Dias - orientador

Prof. Dr. Renato Vinícius Oliveira Castro – Coorientador

INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, com uma área superior a dois milhões de quilômetros quadrados, tendo sua área nuclear, ou core, distribuída, principalmente, no Planalto Central Brasileiro, abarcando 196.776.853 ha em onze estados da federação brasileira (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2013).

Em grande parte da região de ocorrência deste bioma o clima é estacional, com o período de chuva ocorrendo entre os meses de outubro a março e o seco de abril a setembro (SILVA *et al.* 2008). A vegetação se desenvolve sobre solos antigos, intemperizados, ácidos, com baixa fertilidade e elevadas concentrações de alumínio, que combinado ao clima estacional e à frequência dos ciclos de fogo determinam suas fitofisionomias campestres, savânicas e florestais (REATTO *et al.* 2008; RIBEIRO e WALTER, 2008).

A diversidade florística verificada nestas fitofisionomias é alta e o padrão de ocorrência das espécies é composta de mosaicos formados por grupos dominantes de ampla distribuição e aquelas de ocorrência restrita/endêmica (FELFILI *et al.* 2008).

De acordo com Machado *et al.* (2004b), área superior à metade da área originalmente ocupada pela vegetação do Cerrado já foi alterada. Essa vegetação original vem ao longo dos tempos sendo impactada pela expansão agrícola e urbana e pela instalação de grandes empreendimentos, como hidrelétricas, rodovias, portos e mineração, resultando em contínua perda da biodiversidade, fragmentação de habitats, invasão de espécies exóticas e aceleração de degradação de áreas (KLINK *et al.* 2005).

Aproximadamente 10% das espécies vegetais nativas do Cerrado encontram-se em algum nível de ameaça de extinção (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2008) e cerca de 20% das espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção permanecem fora das áreas de proteção (MACHADO *et al.* 2004a).

Dimorphandra wilsonii Rizzini (Fabaceae – Caesalpinioideae), ou Faveiro de Wilson, é uma espécie florestal endêmica de uma pequena porção da região central do Estado de Minas Gerais, sendo descrita para áreas de transição entre o Cerrado e as florestas estacionais do Cerrado (RIZZINI, 1969). Atualmente é uma dentre as muitas espécies endêmicas do bioma Cerrado que se encontram ameaçadas de extinção em decorrência da degradação do seu habitat. Existem pouco mais de 300 indivíduos adultos localizados, os quais se encontram fortemente ameaçados por atividades diversas, principalmente as atividades agropecuárias e de expansão urbana (FERNANDES e REGO, 2014).

Devido à destruição do seu habitat, da sua ocorrência estar restrita a uma pequena região e suas populações estarem isoladas de áreas remanescentes de florestas estacionais do Cerrado, *D. wilsonii* requer ações de conservação urgentes para sua sobrevivência. Com o início de pesquisas e do seu conhecimento, essa espécie foi incluída na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2014), na Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas (IUCN, 2006) na categoria criticamente ameaçada, além da Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais (MENDONÇA e LINS, 2000). Está declarada pelo poder público do Estado de Minas Gerais como espécie imune de corte e exploração através do Decreto Estadual nº 43.904, de 26/10/2004 (MINAS GERAIS, 2004).

Diante da intensa ameaça em que a espécie está submetida, em 2014 uma proposta conjunta do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora), do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) e do Jardim Botânico da Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte (FZB-BH), em colaboração com diversos pesquisadores e entidades interessadas, foi elaborado o Plano de Ação Nacional (PAN) para a Conservação do Faveiro de Wilson (MARTINS *et al.* 2014). Este plano tem como meta mudar o status de ameaça de *D. wilsonii* da categoria “Criticamente em perigo” (CR) para uma categoria de menor grau de ameaça ou totalmente fora de risco de extinção, com suas populações protegidas e viáveis até 2025. Para tanto, seu objetivo principal é proteger e ampliar o tamanho das populações de *Dimorphandra wilsonii*, em sua área de ocorrência natural, aprofundando os estudos, mitigando as ameaças incidentes e preservando a diversidade genética da espécie.

Dentre as várias ações que compõem o PAN destaca-se o estabelecimento de um protocolo de produção que busca identificar e descrever os melhores métodos e técnicas para se aperfeiçoar a produção de mudas de *D. wilsonii*, com objetivo de disponibilizar essa informação para otimizar a ação de projetos que visem o estabelecimento e reintrodução da espécie. Há uma carência enorme de informações básicas a respeito do comportamento, propagação, ecofisiologia e genética da espécie.

A fim de investigar e descrever o método de germinação, o tipo de substrato e o nível de sombreamento que viabilizem a produção de mudas de *D. wilsonii*, em quantidade e qualidade, este trabalho está organizado em dois capítulos. No Capítulo um foi verificado o efeito de diferentes condições e metodologias para germinação e emergência de sementes de *D. wilsonii*. No Capítulo dois foi avaliado o crescimento de mudas de *D. wilsonii* cultivadas em diferentes substratos e níveis de sombreamento.

Os resultados deste estudo contribuirão para o estabelecimento de um protocolo de produção de mudas para a espécie, auxiliando no processo de conservação.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Portaria nº 443 de 17 dez. 2014. Anexo - Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. **Diário Oficial da União**, Seção 1, nº 245, de 18 de dezembro de 2014. Disponível em:

<<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=18/12/2014&jornal=1&pagina=110&totalArquivos=144>>. Acesso em: 4 setembro 2017>. Acesso em: 4 set. 2017.

CNCFlora. *Dimorphandra wilsonii*. In: **Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012**. Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em:

<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Dimorphandra_wilsonii>. Acesso em: 4 set. 2017.

FELFILI, J. M. *et al.* Padrões fitogeográficos e sua relação com sistemas de terra no bioma cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. de; RIBEIRO, J.F. (Ed). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa informações tecnológicas. p. 215-228, 2008.

FERNANDES, F. M.; REGO, J. O. *Dimorphandra wilsonii* Rizzini (Fabaceae): distribution, habitat and conservation status. **Acta Botânica Brasília**, Belo Horizonte, v. 28, n. 3, p. 434–444, 2014.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. **Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçada de Extinção em Minas Gerais**. Fundação Biodiversitas: Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **Red List of Threatened Species**, 2006. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acessado em: 20 jun. 2016.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, 147-155, 2005.

MACHADO, R. B. *et al.* Análise de lacunas de proteção da biodiversidade no Cerrado. In: **Anais IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Curitiba, p. 29-38, 2004a.

MACHADO, R. B. *et al.* **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro** (Relatório Técnico não publicado). Conservação Internacional. Brasília, 2004b.

MARTINS, E. M. *et al.* **Plano de ação nacional para a conservação do Faveiro-de-wilson (*Dimorphandra wilsonii* Rizzini)**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2014.

MENDONÇA, M. P., LINS, L. **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da Flora de Minas Gerais**, Ed. Fundação Biodiversitas e Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte, 2000.

MINAS GERAIS. Decreto 46.904, de 26 out. 2004. Declara imune de corte e exploração no estado de Minas Gerais a leguminosa arbórea conhecida como Faveiro de Wilson. **Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2004.

REATTO, A. *et al.* Solos do bioma cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa informações tecnológicas: Brasília, p. 109-149, 2008.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa informações tecnológicas: Brasília, p. 153-212, 2008.

RIZZINI, C.T. Espécies novas de árvores do planalto central brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 41, n.2, p.240-241, 1969.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007-2012**. Serviço Florestal Brasileiro, 2013.

SILVA, F.A.M. *et al.* Caracterização climática do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa informações tecnológicas: Brasília, p. 69-87, 2008.

CAPÍTULO 1 – DIFERENTES METODOLOGIAS PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Dimorphandra wilsonii* Rizzini

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi investigar a influência de diferentes condições e metodologias na germinação e emergência de sementes de *Dimorphandra wilsonii* Rizzini, uma espécie florestal arbórea, endêmica de uma pequena região de Cerrado da porção central do Estado de Minas Gerais e que atualmente se encontra criticamente ameaçada de extinção, devido à degradação de seu habitat. Um lote de sementes de *D. wilsonii* foi submetido a testes de germinação e os tratamentos testados foram agrupados de acordo com a condição ou a metodologia empregada para a germinação das sementes, conforme as seguintes descrições: I - germinação *in vitro* à temperatura de 25°C e sob luz indireta, sendo os tratamentos utilizados 1) sistema *in vitro* sem adição de meio de cultura MS, com troca gasosa e 2) sem troca gasosa; 3) sistema *in vitro* com adição de 1/4X da concentração de meio de cultura MS, com troca gasosa e 4) sem troca gasosa; 5) sistema *in vitro* com adição de 1/2 X concentração de meio de cultura MS, com troca gasosa e 6) sem troca gasosa; 7) sistema *in vitro* com adição de 1X concentração de meio de cultura MS, com troca gasosa e 8) sem troca gasosa; II) - germinação em sementeiras com temperatura e luz natural, sendo os tratamentos utilizados constituídos por: 9) sementeira de areia pura; 10) de areia + vermiculita (1:1) e (11) de vermiculita pura; e III - germinação em germinador tipo (B. O. D.), à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes por tratamento em delineamento inteiramente casualizado, sendo que para a condição de germinação *in vitro* foi utilizado o esquema fatorial 4 x 2 (concentrações de meio de cultura MS x trocas gasosas). Foram avaliados a porcentagem de Germinação (G), Primeira Contagem da Germinação (PCG) – correspondente à porcentagem de sementes germinadas no 7º dia após o início do teste -, Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG) e Plântulas Normais (PN). Para a germinação de sementes de *D. wilsonii* em condição *in vitro*, a adição de meio de cultura MS é desnecessária. A germinação foi mais vigorosa para os tratamentos em que as sementes foram submetidas à germinação com impedimento de trocas gasosas. O uso de areia pura ou a combinação areia e vermiculita (1:1) em sementeiras apontam bons resultados, como substratos para germinação, apresentando-se como metodologia recomendada para germinação de sementes da espécie.

Palavras-chave: sementes florestais; germinação; cultivo *in vitro*.

CHAPTER 1 – DIFFERENT METHODOLOGIES FOR THE GERMINATION OF *Dimorphandra wilsonii* Rizzini SEEDS

ABSTRACT – The objective of this study was to investigate the influence of different conditions and methodologies in the germination and sprouting of *Dimorphandra wilsonii* Rizzini, a tree species endemic to a small transition area between the ‘Cerrado’ (Brazilian Savannah-like vegetation) and the Atlantic Forest in the central part of Minas Gerais State. This species is currently endangered due to environmental degradation. A seed lot was submitted to germination tests and the techniques tested were grouped according to the conditions or the methodologies applied in the germination process, which follows as: I – *In vitro* germination at temperatures of 25° Celsius under indirect lighting, whose treatments were 1) *In vitro* system without addition of MS culture medium, *with gas exchange* and 2) no gas exchange; 3) *In vitro* system with concentrated MS culture medium increased at 1/4X and gas exchange; 4) and without gas exchange; 5) *In vitro* system with concentrated MS culture medium increased at 1/2X and gas exchange; 6) and without gas exchange; 7) *In vitro* system with concentrated MS culture medium increased at 1X and gas exchange; 8) and without gas exchange. II – germination in seedling beds exposed to sunlight and natural temperatures, material treatments made up of: 9) seedbed of moist sand; 10) seedbed of moist sand and vermiculite (1:1) and (11) of plain vermiculite; and III – germination in BOD germinator at temperature of 25° Celsius and photoperiod of 12 hours. Four repetitions of 20 seeds were used in completely randomized delineation and the conditions for *in vitro* germination were factorial 4 x 2 (concentration of MS culture medium x gas exchange). The parameters evaluated were Germination Rate (G); First Germination Count (FGC) – corresponding to the rate of seeds germinated on the 7th day after the beginning of the experiment – Germination Speed Index (GSI), Average Germination Time (AGT) and normal seedlings (NS). For the germination of the *D. wilsonii* seeds *in vitro*, adding MS culture medium is unnecessary. Germination was most vigorous when the seeds were submitted to no gas exchange treatments. Using plain sand or the combination sand plus vermiculite (1:1) in seedbeds proved to be effective as the substrate for germination and, thus, it is recommended for the germination of the species seeds.

Keywords: forest see; germination; *in vitro* culture.

1 INTRODUÇÃO

Dimorphandra wilsonii Rizzini (Fabaceae – Caesalpinioideae) ou Faveiro de Wilson é uma espécie florestal endêmica da região central do Estado de Minas Gerais, descrita para áreas de transição entre o Cerrado e a mata semidecídua (RIZZINI, 1969). Está incluída nas listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção (BRASIL, 2014; IUCN, 2006; MENDONÇA e LINS, 2000) e no Estado de Minas Gerais está declarada pelo poder público como espécie imune de corte e exploração através do Decreto 43.904, de 26/10/2004 (MINAS GERAIS, 2004).

Atualmente é uma dentre as muitas espécies endêmicas deste *hotspot* que se encontram ameaçadas de extinção em decorrência da degradação do seu habitat. Existem pouco mais de 300 indivíduos adultos localizados, os quais se encontram fortemente ameaçados por atividades diversas, principalmente as atividades agropecuárias, de infraestrutura e expansão urbana (FERNANDES e REGO, 2014).

De modo inverso ao que acontece com as espécies agrícolas, as informações sobre ecologia, comportamento, propagação e manejo da grande maioria das espécies florestais nativas e, principalmente sobre espécies endêmicas, restritas, raras ou sob algum tipo de ameaça são escassas.

Uma das principais etapas que determinam o sucesso na implantação e manejo de florestas com espécies nativas é a germinação. Conhecer as condições que proporcionem germinação rápida e uniforme das sementes é extremamente útil para fins de produção, pois a sincronização da germinação e o desenvolvimento homogêneo de plântulas aperfeiçoam as atividades de viveiro e contribuem para o estabelecimento de povoamentos mais uniformes no campo (PACHECO *et al.*, 2006).

O teste de germinação é o método mais utilizado e adequado para determinação da qualidade fisiológica de sementes, sendo realizado em laboratório sob condições controladas de temperatura, substrato e luz (PIÑA RODRIGUES *et al.*, 2004).

Uma alternativa que visa a obtenção de plântulas com alta qualidade genética e fitossanitária é a germinação *in vitro*. Para Noletto e Silveira (2004), a germinação *in vitro* para algumas espécies permite maior germinabilidade das sementes, possivelmente em função das condições de maior controle ambiental do que as condições de viveiro.

Espécies cujas sementes apresentam problemas na germinação e quando não se detém conhecimentos práticos para sua propagação geralmente são germinadas em sementeiras. As sementeiras são canteiros especiais, destinados a acomodar elevada

densidade de plântulas por metro quadrado (CESP, 2000), possibilitando o aumento da diversidade de espécies trabalhadas, evitando-se o desperdício de materiais e mão de obra, de forma a garantir a homogeneidade do plantel e facilitando operações de produção e manejo das mudas (SCREMIN-DIAS *et al.*, 2006).

Para qualquer condição empregada, o substrato tem a função de fornecer umidade e proporcionar condições adequadas à germinação das sementes e ao posterior desenvolvimento das plântulas (FIGLIOLIA *et al.*, 2015). Características físicas do substrato como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e grau de infestação de patógenos (ALBUQUERQUE *et al.*, 1998), além da temperatura, umidade, profundidade de semeadura e disponibilidade de oxigênio (SEVERINO *et al.*, 2004) são condições essenciais para que a germinação ocorra da melhor forma. É preciso, portanto, que seja mantida proporção adequada entre a disponibilidade de água e a aeração, possibilitando a concentração de oxigênio necessária ao processo (POPINIGIS, 1985). Por outro lado, não havendo disponibilidade hídrica suficiente, o processo de germinação pode ser seriamente prejudicado, levando o embrião à morte (MARCOS FILHO, 2005).

Devido à urgente necessidade de efetivação das ações para a conservação de *D. wilsonii* e da carência de informações básicas sobre sua propagação, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência de diferentes condições e metodologias na germinação e emergência de sementes da espécie.

1.2 Material e métodos

Um lote de sementes de *D. wilsonii* foi formado por coletas ocorridas entre agosto e setembro de 2015, em 20 matrizes provenientes da região central do Estado de Minas Gerais, nos municípios de Esmeraldas, Florestal, Inhaúma, Juatuba, Maravilhas, São José da Varginha e Sete Lagoas. Foram coletados aqueles frutos que se dispersaram naturalmente por autocoria.

Após a coleta dos frutos e beneficiamento manual das sementes, estas foram selecionadas de acordo com a integridade do tegumento, regularidade da forma e uniformidade de tamanho. Entre o beneficiamento e o momento em que foi instalado o experimento as sementes foram acondicionadas em saco de papel e armazenadas em temperatura ambiente durante aproximadamente 90 dias.

Para a quebra da dormência física as sementes foram escarificadas mecanicamente com a utilização de um moto-esmeril no lado oposto do eixo hipocótilo-radícula (FREITAS

et al., 2009; LOPES e MATHEUS, 2008). O procedimento usado para desinfetá-las foi a imersão em álcool 70% (v/v) por um minuto, seguido de hipoclorito de sódio 2,5% (v/v) por 20 minutos e lavagem por três vezes em água destilada. Após a lavagem, as sementes foram colocadas para pré-embebição em água destilada por duas horas.

Após os processos de quebra de dormência, desinfestação e pré-embebição, foram conduzidos três testes para avaliação da germinação, conforme métodos descritos a seguir:

a) Avaliação da germinação *in vitro*

O sistema de germinação denominado *in vitro* foi constituído por recipiente de germinação em sacolas sanfonadas autoclaváveis (1000 ml) com orifício contendo filtro microbiológico, tendo como substrato de germinação 200 ml de vermiculita por sacola (Figura 1A e 1B).

A vermiculita foi hidratada em proporção de 1:1 (v:v), diferindo quanto à adição ou não de meio de cultura, sendo utilizado o meio de cultura MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) em quatro diferentes concentrações: (0X, 1/4X, 1/2X, 1X). Os tratamentos também diferiram quanto à presença ou ausência de trocas gasosas entre o microambiente de germinação e o meio externo, que é propiciado pelo orifício com filtro (Tabela 1).

Tabela 1 - Métodos germinativos utilizados para germinação *in vitro* de sementes de *Dimorphandra wilsonii*.

TRAT.	CONDIÇÃO	DESCRIÇÃO
1	IN VITRO	Sistema <i>in vitro</i> sem adição de meio de cultura e com troca gasosa
2	IN VITRO	Sistema <i>in vitro</i> sem adição de meio de cultura e sem troca gasosa
3	IN VITRO	Sistema <i>in vitro</i> com 1/4 da dose de meio de cultura e com troca gasosa
4	IN VITRO	Sistema <i>in vitro</i> com 1/4 da dose de meio de cultura e sem troca gasosa
5	IN VITRO	Sistema <i>in vitro</i> com 1/2 dose de meio de cultura e com troca gasosa
6	IN VITRO	Sistema <i>in vitro</i> com 1/2 dose de meio de cultura e sem troca gasosa
7	IN VITRO	Sistema <i>in vitro</i> com 1 dose de meio de cultura e com troca gasosa
8	IN VITRO	Sistema <i>in vitro</i> com 1 dose de meio de cultura e sem troca gasosa

O meio de cultura foi preparado utilizando-se a formulação salínica comercial Sigma®. Todas as sacolas contendo a vermiculita hidratada foram autoclavadas por 15 minutos a 121°C. Após semeadura, os recipientes foram instalados em sala de cultivo, a uma temperatura de 25°C e sob luz natural indireta.

b) Avaliação da germinação em sementeiras

Para este teste foram utilizadas sementeiras convencionais em caixas de polipropileno de 20 x 15 x 7 cm, contendo drenos, com avaliação de três diferentes substratos para germinação: areia; vermiculita e areia+vermiculita na proporção 1:1 (v:v)

(Tabela 2). Os testes em sementeira convencional foram realizados em ambiente protegido, com luz indireta e temperatura ambiente (Figura 1C e 1D).

Tabela 2 - Métodos germinativos utilizados para germinação em sementeiras de sementes de *Dimorphandra wilsonii*.

TRAT.	CONDIÇÃO	DESCRIÇÃO
9	SEMENTEIRAS	Sementeira de areia
10	SEMENTEIRAS	Sementeira de areia + vermiculita (1:1)
11	SEMENTEIRAS	Sementeira de vermiculita

c) Avaliação da germinação em germinadores tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.)

Foi conduzido um teste para avaliação da germinação em germinadores tipo B.O.D.- (tratamento 12) -, à temperatura de 25°C +/- 3°C, em caixas gerbox com tampa (11 x 11 x 3,5 cm), sobre papel filtro umedecido com água destilada e fotoperíodo de 12 horas de luz (Figura 1E e 1F).

Todos os procedimentos de inoculação das sementes nos métodos de germinadores tipo B.O.D. e em sistema *in vitro* foram realizados em capela de fluxo laminar horizontal. As sementes que apresentaram protrusão da raiz primária foram observadas diariamente, sendo avaliadas as seguintes características: Germinação (G) – correspondente à porcentagem total de sementes germinadas até o 22º dia após a sementeira; Primeira Contagem da Germinação (PCG) – correspondente à porcentagem de sementes germinadas no 7º dia após o início do teste; Índice de Velocidade de Germinação (IVG) – determinado de acordo com a fórmula apresentada por Maguirre (1962); Tempo Médio de Germinação (TMG) – de acordo com a fórmula citada por Silva e Nakagawa (1995), com o resultado expresso em dias após a sementeira e Plântulas Normais (PN) – correspondente à porcentagem de plântulas que apresentam todas as suas estruturas essenciais presentes e saudáveis no 22º dia após a sementeira, conforme as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Os tratamentos testados foram agrupados de acordo com a condição ou a metodologia empregada para a germinação das sementes, sendo consideradas as seguintes condições: germinação *in vitro*, germinação em sementeiras e germinação em germinador tipo B. O. D.

Foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes por tratamento, sendo que para os tratamentos no sistema *in vitro* e em germinador tipo B.O.D. cada unidade amostral foi composta por duas sacolas sanfonadas ou duas caixas contendo 10 sementes cada. Para cada

metodologia de germinação as repetições dos tratamentos receberam delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo que para a condição de germinação *in vitro* foi utilizado o esquema fatorial 4 x 2 (4 concentrações de meio de cultura MS x 2 possibilidades de trocas gasosas).

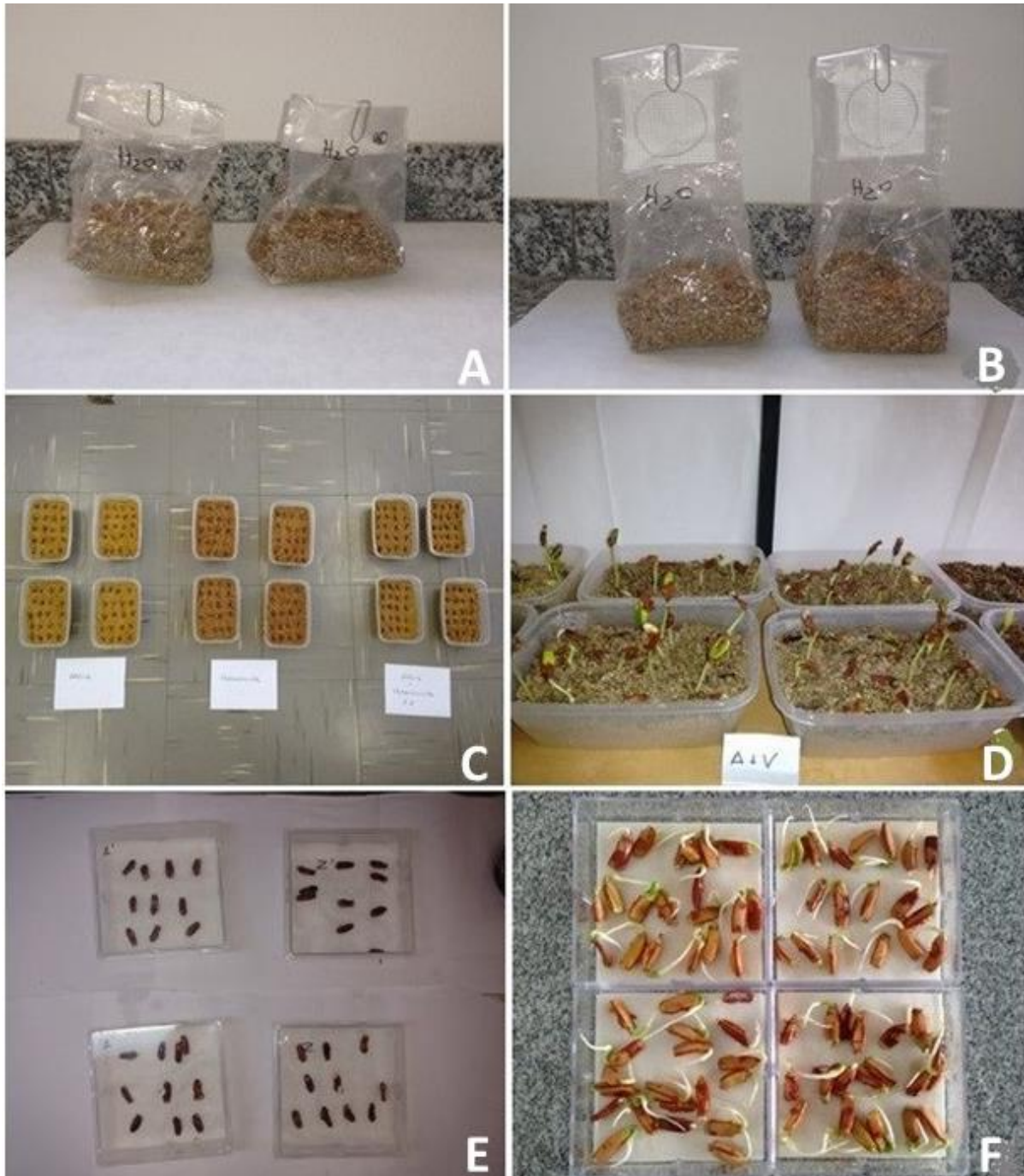


Figura 1 - Ilustração das condições ou métodos de germinação de sementes de *D. wilsonii*: A e B) Germinação *in vitro*, C e D) sementeiras e; E e F) Germinador tipo B. O. D.

Para atendimento das pressuposições estatísticas quanto à normalidade dos resíduos verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e da homogeneidade das variâncias verificada pelo

Teste de Bartlett, ambas a 5% de probabilidade, os dados de germinação (G) e plântulas normais (PN) para a condição de germinação *in vitro* foram transformados em y^2 , os dados da primeira contagem da germinação (PCG) para a condição *in vitro* foram transformados em \sqrt{y} e os dados de tempo médio de germinação (TMG) para as condições *in vitro* e sementeira foram transformados em $\log(y)$. Os dados foram analisados por meio de Análise de Variâncias (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas pelo software R (R DEVELOPED CORE TEAM, 2013), pacote ExpDes 2.3.1. (FERREIRA *et al.*, 2013).

1.3 Resultados e discussões

1.3.1 Condição *in vitro*

Para os testes de germinação conduzidos em condição *in vitro* não houve interação significativa das concentrações de meio de cultura e trocas gasosas para nenhuma das variáveis analisadas. Houve, porém, diferença significativa isoladamente entre os fatores para os tratamentos aplicados às sementes de *D. wilsonii* para as variáveis analisadas (Tabela 3).

Pelos resultados mostrados na Tabela 3, verifica-se que não houve efeito significativo das concentrações de meio de cultura MS utilizados na germinação de sementes de *D. wilsonii* para a variável porcentagem de germinação (G), mesmo tendo o maior valor alcançado pelos tratamentos sem adição de meio de cultura com 90,63%, em contraste aos tratamentos com adição de uma dose de meio de cultura, com menor valor de 76,25%. Esta grande diferença numérica, mesmo não sendo estatisticamente significativa, é devido aos altos valores do coeficiente de variação dos dados, o que evidencia a grande diversidade genética da espécie. Para esta variável, os tratamentos que não permitiram trocas gasosas obtiveram maiores porcentagens de germinação em relação aos tratamentos onde as trocas gasosas foram possíveis. Comportamento similar em relação à variabilidade dos dados também foi verificado para todas as variáveis, exceto para o tempo médio de germinação (TMG) que apresentou coeficiente de variação considerado baixo (GARCIA, 1989).

Resultados semelhantes para a porcentagem de germinação (G) foram observados para a primeira contagem da germinação (PCG) em relação à adição de meio de cultura.

Porém, para a PCG os tratamentos que permitiram as trocas gasosas alcançaram melhores médias, em contraste aos tratamentos sem trocas gasosas.

Tabela 3 - Valores médios de Germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e plântulas normais (PN) de sementes de *Dimorphandra wilsonii* submetidas a diferentes concentrações de meio de cultura MS e trocas gasosas em testes de germinação *in vitro*.

GERMINAÇÃO – G (%)						CV = 26,94%
Troca Gasosa	Concentração de meio de cultura MS					
	0 X	1/4 X	1/2 X	1 X	Média Geral	
Não	98,75	83,75	91,25	75,00	87,19 a	
Sim	82,50	86,25	66,25	77,50	78,13 b	
Média Geral	90,63 a	85,00 a	78,75 a	76,25 a	82,66	
PRIMEIRA CONTAGEM DA GERMINAÇÃO – PCG (%)						CV = 33,59%
Troca Gasosa	Concentração de meio de cultura MS					
	0 X	1/4 X	1/2 X	1 X	Média Geral	
Não	11,25	12,50	5,00	6,25	8,75 b	
Sim	22,50	21,25	18,75	8,75	17,81 a	
Média Geral	16,88 a	16,88 a	11,88 a	7,50 a	13,28	
ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO – IVG						CV = 21,58%
Troca Gasosa	Concentração de meio de cultura MS					
	0 X	1/4 X	1/2 X	1 X	Média Geral	
Não	13,82	11,26	10,53	7,87	10,87 a	
Sim	9,10	9,89	6,55	7,66	8,30 b	
Média Geral	11,46 a	10,57 ab	8,54 b	7,76 b	9,58	
TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO – TMG (dias)						CV = 4,28%
Troca Gasosa	Concentração de meio de cultura MS					
	0 X	1/4 X	1/2 X	1 X	Média Geral	
Não	7,65	8,00	9,08	9,95	8,67 b	
Sim	9,77	10,44	10,87	11,41	10,62 a	
Média Geral	8,71 b	9,22 ab	9,98 ab	10,68 a	9,65	
PLÂNTULAS NORMAIS – PN (%)						CV = 34,16
Troca Gasosa	Concentração de meio de cultura MS					
	0 X	1/4 X	1/2 X	1 X	Média Geral	
Não	82,50	61,25	76,25	63,75	70,94 a	
Sim	60,00	57,50	47,50	55,00	55,00 b	
Média Geral	71,25 a	59,38 a	61,88 a	59,38 a	62,97	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna para trocas gasosas e na linha para concentração de meio de cultura MS, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$).

De forma geral, para que ocorra a germinação, é necessária, primeiramente, a embebição das sementes que induzirá a reativação do metabolismo com o aumento da atividade respiratória e início da degradação de substâncias de reserva para a retomada do crescimento do embrião (MARCOS FILHO, 2005).

Conforme verificado por Freitas *et al.* (2009) e Lopes e Matheus (2008), a escarificação mecânica é suficiente para a quebra de dormência física de sementes de *D. wilsonii*, permitindo sua embebição e, conseqüentemente, favorecendo a sua germinação.

Segundo Castro *et al.* (2004), algumas sementes podem requerer nutrientes para que a germinação seja bem-sucedida. Os resultados do presente trabalho mostram que a adição de meio de cultura torna-se dispensável para a germinação de *D. wilsonii* em sistema *in vitro*.

Controversos são os resultados de pesquisas sobre a germinação *in vitro* em função da grande diversidade de respostas que as inúmeras espécies podem apresentar. Pinheiro *et al.* (2001) avaliando a germinação *in vitro* de sementes de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez) em meios MS líquido, MS sólido, água de coco e água destilada, obtiveram maiores porcentagens de germinação em meio MS líquido e MS sólido. Segundo os autores, nesse estudo as elevadas taxas de germinação obtidas nestes dois meios, em relação aos demais (água de coco e água destilada), podem ser explicadas devido a uma maior disponibilidade de nutrientes, vitaminas e aminoácidos existentes no meio MS que podem ser úteis ao processo de germinação. Por outro lado, Léo *et al.* (2007) não verificaram influência de diferentes concentrações de meio MS na germinação *in vitro* de sementes de mangabeira.

Almeida *et al.* (2013) avaliando o efeito de diferentes meios de cultura na germinação *in vitro* de sementes de jenipapeiro (*Genipa americana* L.) observaram que na ausência de sais e de sacarose houve maior porcentagem de germinação e menor comprimento da parte aérea, quando comparado com os demais tratamentos. Resultados semelhantes foram observados por Léo *et al.* (2008, 2014) em que a ausência do meio de cultura MS promove maior germinação de sementes de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) e cambuizeiro (*Myrciaria tenella* O. Berg) cultivadas *in vitro*.

Com relação ao Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) houve efeito isolado dos fatores, influenciando dessa forma o vigor do processo germinativo em função das diferentes concentrações de meio de cultura e da possibilidade de trocas gasosas. Conforme resultados mostrados na Tabela 3, o IVG obteve maiores valores e o TMG obteve os menores valores, quando não foi acrescentado o meio de cultura ao substrato, decrescendo para o IVG e aumentando para o TMG, com a adição e aumento das concentrações de meio de cultura utilizadas. Analogamente, para ambas as variáveis, nos tratamentos com redução de trocas gasosas com o ambiente externo, o vigor germinativo foi superior aos tratamentos que incrementaram essas trocas.

Os resultados deste trabalho apontam que o vigor de sementes de *D. wilsonii* pode estar relacionado ao gradiente de potencial hídrico entre a semente em germinação e o meio de cultura, bem como ao acúmulo de gases no interior do microambiente de germinação.

A concentração salínica do meio de cultura MS pode influenciar na germinação por diminuir o potencial osmótico do meio. Segundo Bewley *et al.* (2013), frequentemente se observa um típico padrão trifásico de absorção de água e hidratação de sementes. O início deste padrão é explicado, principalmente, por processos físico-químicos relacionados à embebição, em que a entrada de água é controlada, sobretudo, por diferenças no potencial osmótico, ou seja, pela concentração de solutos tanto da semente quanto do meio externo (CASTRO *et al.*, 2004). Dessa forma, a maior concentração de solutos com o aumento da dosagem de meio MS na germinação de *D. wilsonii* pode ter influenciado de forma negativa na embebição das sementes e, conseqüentemente, a velocidade com que a germinação se expressa.

Ainda segundo o padrão de Bewley *et al.* (2013), nas etapas seguintes onde ocorrem a mobilização das reservas e a ativação da respiração antecedendo a protrusão da radícula, os processos têm grande influência de fitormônios. O etileno é um fitormônio gasoso que pode aumentar a taxa de germinação de várias sementes (TAIZ e ZEIGER, 2013). A alta taxa de respiração celular envolvida na germinação diminui a concentração de O₂ e aumenta a concentração de CO₂ e, possivelmente, de etileno no interior do recipiente com restrição de trocas gasosas. Segundo Zapata *et al.* (2004), a quantidade de etileno pode aumentar durante a germinação de sementes de várias espécies de plantas, afetando a taxa com que a germinação ocorre. Apesar do efeito isolado do etileno ainda ser pouco relacionado à germinação, em associação deste fito hormônio com giberelinas pode induzir a germinação das sementes, por agir na ruptura da testa e do endosperma, ao mesmo tempo em que interage antagonicamente com os efeitos inibitórios do ácido abscísico na germinação de sementes (FINCH-SAVAGE e LEUBNER-METZGER, 2006; FINKELSTEIN *et al.* 2008 *apud* MIRANSARI e SMITH, 2014).

Melo *et al.* (2012) demonstram que o *Ethrel* aumenta a velocidade de emergência das plântulas de umbuzeiro. Segundo Nascimento (2000), a atuação do etileno na germinação e na emergência de plântulas tem sido geralmente aceita, mas os detalhes deste mecanismo ainda não são bem entendidos.

A porcentagem de plântulas normais (PN) não foi influenciada pelas diferentes concentrações de meio de cultura, mas obteve diferença significativa para a possibilidade de trocas gasosas. De forma similar ao IVG e ao TMG, os tratamentos com impedimento das

trocas gasosas obtiveram maiores porcentagens de plântulas normais, em detrimento aos tratamentos onde as trocas gasosas foram possíveis.

1.3.2 Condição sementeiras

Para os testes de germinação conduzidos em condição de sementeiras, os resultados da Tabela 4 mostram que houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados às sementes de *D. wilsonii* para as variáveis analisadas, exceto para o tempo médio de germinação (TMG).

Tabela 4 - Valores médios de Germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e plântulas normais (PN) de sementes de *Dimorphandra wilsonii* submetidas a diferentes substratos para germinação em sementeiras.

CONDIÇÃO	TRATAMENTO	G (%)	PC (%)	IVG	TMG (dias)	PN (%)
Sementeiras	Areia	66,25 a	55,00 a	11,10 a	6,20 a	48,75 a
	Areia + vermiculita	72,50 a	61,25 a	11,15 a	7,16 a	40,00 ab
	Vermiculita	40,00 b	32,50 b	5,94 b	7,42 a	23,75 b
	CV (%)	12,43	17,06	16,44	5,96	24,94

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$).

A Tabela 4 mostra que os tratamentos sementeira com areia+vermiculita e sementeira com areia pura não apontaram diferenças estatísticas entre si para a porcentagem de germinação, apresentando os maiores resultados com 72,50% e 66,25%, respectivamente. Porém, esses resultados foram significativamente superiores, se comparados com o tratamento sementeira com vermiculita pura que obteve 40%, sendo o menor valor. A primeira contagem da germinação também obteve para os tratamentos sementeira com areia + vermiculita e sementeira com areia pura os maiores valores com 61,25% e 55%, respectivamente, seguidos pelo tratamento sementeira com vermiculita pura com 32,5%. Similarmente às duas variáveis descritas anteriormente, para o IVG os tratamentos sementeiras com areia + vermiculita (11,15) e sementeira com areia pura (11,10) obtiveram os maiores valores, seguidos pelo tratamento sementeira com vermiculita pura (5,94) com o menor índice.

Durante os testes foi observada a incidência de colônias de fungos nas sementes semeadas nas sementeiras com vermiculita pura (tratamento 11). As sementes que apresentaram contaminação não germinaram ou germinaram com sérios danos à formação de plântulas normais, o que justifica os baixos resultados alcançados nesse substrato.

Como vantagens da utilização de areia como substrato para testes de germinação, Figliolia e Piña-Rodrigues (1995) destacam ser este material reciclável e esterilizável, bem como possui boa capacidade de retenção de umidade e não dificulta a realização de contagens. Todavia, os autores relatam que as desvantagens são o peso excessivo e a necessidade de muito espaço para estocagem desse material.

Comparada à areia, a vermiculita tem sido o substrato mais empregado para testes de germinação de sementes florestais devido a sua leveza e a alta capacidade de absorção e retenção de umidade, embora não mencionada nas Regras para Análises de Sementes (PIÑA RODRIGUES *et al.*, 2004; FERRAZ e CALVI, 2010). É possível que a alta capacidade de retenção de água da vermiculita tenha criado condições favoráveis ao aparecimento de colônias de fungos em ambiente aberto, como no caso dos testes de germinação em sementeiras.

Estudando a germinação de *D. wilsonii*, Rizzini (1969) obteve 92% de germinação para as sementes escarificadas semeadas em sementeiras com areia à temperatura ambiente, por um período de 220 dias. Após 30 dias em sementeira, Fernandes *et al.* (2007) encontraram 52% para sementes escarificadas mecanicamente e 70% para escarificadas quimicamente. Esse mesmo trabalho cita percentuais de germinação obtidos em sementeiras equivalentes a 61% em solo de local de ocorrência da espécie, 55% em terra vegetal e brita e 37% em terra vegetal, areia grossa e composto orgânico.

No presente trabalho a porcentagem de plântulas normais foi maior no tratamento sementeira com areia pura, com 48,75%, seguido pelo tratamento sementeira com areia+vermiculita, que não diferiu dos demais com 40% e, por último, o tratamento sementeira com vermiculita pura obteve a menor porcentagem de plântulas normais, com 23,75%.

O melhor desempenho e vigor obtidos neste trabalho para a germinação de *D. wilsonii* utilizando-se os substratos de areia pura e a combinação de areia e vermiculita provavelmente se devem à boa porosidade promovida por estes materiais, permitindo uma boa aeração, alta capacidade de retenção de água e, ao mesmo tempo, boa drenagem.

O pior desempenho para a germinação de sementes de *D. wilsonii* em condições de sementeiras em ambiente não controlado foi verificado com a utilização de vermiculita pura, que ocorreu, provavelmente, devido a maior capacidade de retenção de água por este substrato, tornando-se ambiente propício ao desenvolvimento de fungos.

1.3.3 Condição germinador tipo B. O. D.

Para os testes de germinação conduzidos em condição de germinador tipo B. O. D., a porcentagem de germinação foi de 88,75%, com 18,75% sendo contabilizada na primeira contagem da germinação. O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi de 9,97 e o tempo médio de germinação foi de 9,36 dias. A porcentagem de plântulas normais foi de 71,25%.

Pacheco *et al.*(2010) pesquisando a germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* em câmara tipo B.O.D. e em diferentes temperaturas e substratos constataram que os melhores resultados de porcentagem de germinação foram obtidos quando a semeadura foi realizada nos substratos areia e papel sob todas as temperaturas estudadas, entre pó de coco a 25°C e vermiculita a 30 e 35°C. Resultados semelhantes foram encontrados por Andrade *et al.* (2006), ao analisarem a germinação de sementes de *Dalbergia nigra* em diferentes temperaturas e substratos, em que os melhores resultados foram verificados nas temperaturas de 25°C e 20-30°C, nos substratos sobre vermiculita e rolo de papel.

Em trabalho similar, Pacheco *et al.* (2011) obtiveram para a germinação de sementes mecanicamente escarificadas de *D. mollis* em câmara de germinação tipo B.O.D., utilizando como substrato papel toalha em rolos e à temperatura constante de 30°C, 86% de germinação, com 76% dessa germinação contabilizada na primeira contagem da germinação aos sete dias após semeadura e IVG de 2,92.

As plântulas provenientes dos tratamentos de germinação em câmara de germinação com substrato de papel filtro, em geral, apresentaram-se tortas, quando comparadas com as plântulas oriundas das outras metodologias. Esse fato pode ser explicado pela falta de substrato para o crescimento radicular, bem como pela falta de espaço suficiente para o perfeito crescimento das estruturas aéreas da plântula. É, portanto, de utilização restrita a avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes, não sendo considerada uma metodologia aplicável à germinação de sementes visando a produção de mudas.

1.4 CONCLUSÕES

Para a germinação de sementes de *Dimorphandra wilsonii* em condição *in vitro*, a adição de meio de cultura MS é desnecessária. A germinação foi mais vigorosa para os tratamentos em que as sementes foram submetidas à ambiente com redução de trocas gasosas.

O uso de areia pura ou a combinação areia e vermiculita (1:1) como substratos para germinação de sementes de *D. wilsonii* em sementeiras apresentam bons resultados, ao contrário da vermiculita pura.

A germinação de sementes de *D. wilsonii* em sementeiras se apresenta como uma metodologia que propicia uma boa taxa de germinação, com boa produção de plântulas normais, associados à simplicidade da metodologia e acessível à produção habitual em viveiros.

A germinação de sementes de *D. wilsonii* em germinador tipo B. O. D., utilizando-se papel filtro como substrato, deve ser de utilização restrita a avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes, não sendo considerada uma metodologia aplicável à germinação de sementes visando a produção de mudas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. C. F. *et al.* Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de saguaraji (*Colubrina glandulosa* Perk. - Rhamnaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.20, n.2, p.108-111, 1998.
- ALMEIDA, C. S. *et al.* Efeito do meio de cultura na germinação *in vitro* do jenipapeiro. **Scientia Plena**, Aracaju, v.9, n. 10, p. 1-6, 2013.
- ANDRADE, A.C.S. *et al.* Substrato, temperatura de germinação e desenvolvimento pós-seminal de sementes de *Dalbergia nigra*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 517-523, 2006.
- BEWLEY, J.D. *et al.* **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3rd ed. New York: Springer, 392 p., 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: MAPA/ACS, 399 p., 2009.
- BRASIL. Portaria nº 443 de 17 dez. 2014. Anexo - Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. **Diário Oficial da União**, Seção 1, nº 245, de 18 de dezembro de 2014. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=18/12/2014&jornal=1&pagina=110&totalArquivos=144>. Acesso em 4 setembro 2017. Acesso em: 4 set. 2017.
- CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHOST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação - do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p.149-162, 2004.
- CESP – Central Energética de São Paulo. **Manual de produção de mudas de essências florestais nativas**. Diretoria de meio ambiente. Série Divulgação e Informação. São Paulo, 55p., 2000, n. 244.

FERNANDES, F.M. *et al.* Tentando evitar mais uma extinção: o caso do “faveiro de wilson” (*Dimorphandra wilsonii* Rizzini). In: SAMPAIO, T.; COSTA, M. L. M. N.; JACKSON, P. W. (Org.). **Recuperando o verde para as cidades: a experiência dos jardins botânicos brasileiros**. Rio de Janeiro: RJB/ IPJBRJ/ BGCI, p.87-98, 2007.

FERNANDES, F. M.; REGO, J. O. *Dimorphandra wilsonii* Rizzini (Fabaceae): distribution, habitat and conservation status. **Acta Botânica Brasília**, Belo Horizonte, v. 28, n. 3, p. 434–444, 2014.

FERRAZ, I. D. K.; CALVI, G. P. Teste de germinação. In: LIMA Jr. M. J. V. (Org.); **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**, UFAM – Manaus, p. 56-127, 2010.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes.pt: experimental designs package. Version 1.1.2 (Portuguese). 2013.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p. 286-344, 2015.

FIGLIOLIA, M. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Considerações práticas sobre o teste de germinação. In: SILVA, A.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Manual técnico de sementes florestais**. IF Série Registros, n. 14. São Paulo: Instituto Florestal, p.45-59, 1995.

FREITAS, V. L. O. *et al.* Biometria de frutos e sementes e germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth *Dimorphandra wilsonii* Rizz. (Fabaceae – Caesalpinioideae). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.37, n.81, p.27-35, 2009.

GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Circular Técnica Nº 171. Piracicaba: IPEF, 12 p., 1989.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **Red List of Threatened Species**, 2006. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acessado em: 20 jun. 2016.

LÉDO, A. da S. *et al.* Crescimento inicial de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) em diferentes meios de germinação in vitro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 989–993, 2007.

LÉDO, A. da S. *et al.* Germinação in vitro de embriões zigóticos e sementes de nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 10, p.1-5, 2008.

LÉDO, A. da S. *et al.* In vitro germination and acclimatization of cambuí tree type seedlings. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 8, p. 1355-1359, 2014.

LÉDO, A. da S. *et al.* Propagação sexuada in vitro de moringa (*Moringa oleífera* Lam.). Aracaju/SE: EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS. **Boletim de Pesquisa e**

Desenvolvimento, 17 p., 2008.

LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Caracterização morfológica de sementes, plântulas e da germinação de *Dimorphandra wilsonii* Rizz. – Faveiro-de-Wilson (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 96-101, 2008.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 495 p., 2005.

MELO, A. P. C. de. *et al.* Superação de dormência de sementes e crescimento inicial de plântulas de umbuzeiro. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 1343-1350, 2012.

MENDONÇA, M. P., LINS, L. **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da Flora de Minas Gerais**, Ed. Fundação Biodiversitas e Fundação Zêo-Botânica de Belo Horizonte, 2000.

MINAS GERAIS. Decreto 46.904, de 26 out. 2004. Declara imune de corte e exploração no estado de Minas Gerais a leguminosa arbórea conhecida como Faveiro de Wilson. **Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2004.

MIRANSARI, M.; SMITH, D. L. Planthormones and seed germination. **Environmental and Experimental Botany**, v. 99, p. 110-121, 2014.

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

NASCIMENTO, W. M. Envolvimento do etileno na germinação de sementes. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, Edição Especial. Campinas, v. 12, p. 163-174, 2000.

NOLETO, L. G.; SILVEIRA, C. E. dos S. Micropropagação de copaíba. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v.33, p.109-120, 2004. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio33/copaiba.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2016.

PACHECO, M. V. *et al.* Dormência de sementes e produção de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth. **Ciencia Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 689-697, 2011.

PACHECO, M. V. *et al.* Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.

PACHECO, M. V. *et al.* Germination and vigor of *Dimorphandra mollis* benth. seeds under different temperatures and substrates. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 205–213, 2010.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. *et al.* Testes de qualidade. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 323 p., 2004.

PINHEIRO, C. S. R. *et al.* Germinação in vitro de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez) em diferentes meios de cultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 413-416, 2001.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: Ministério da Agricultura, Agiplan, 289 p., 1985.

R DEVELOPMENT CORE TEAM: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

RIZZINI, C.T. Espécies novas de árvores do planalto central brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 41, n.2, p.240-241, 1969.

SCREMIN-DIAS, E. *et al.* **Produção demudas de espécie florestais nativas: Manual**. Editora UFMS: Campo Grande, 2006.

SEVERINO, L. S. *et al.* Emergência da plântula e germinação de semente de mamona plantada em diferentes posições. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão, v. 5, n.1, p.1-6, 2004.

SILVA, J. B.; NAKAGAWA, J. Estudos de fórmulas para cálculo de velocidade de germinação. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 62-73, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5° ed. Porto Alegre: Artmed, 918 p., 2013.

ZAPATA, P. J. *et al.* Polyamines and ethylene changes during germination of different plant species under salinity. **Plant Science**, v. 167, p. 781–788, 2004.

CAPÍTULO 2 – CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Dimorphandra wilsonii* Rizzini PRODUZIDAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS E NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi verificar a influência de diferentes composições de substratos e níveis de sombreamento no crescimento de mudas de *Dimorphandra wilsonii* Rizzini, uma espécie florestal arbórea, endêmica de uma pequena região de transição entre o Cerrado e Mata Atlântica, na porção central do Estado de Minas Gerais. Atualmente essa espécie se encontra criticamente ameaçada de extinção devido à degradação de seu habitat. Para tanto, mudas de *D. wilsonii* foram cultivadas em diferentes substratos, sendo: 1) terra de Paraopeba; 2) terra de subsolo; 3) substrato comercial BIOPLANT®; 4) esterco bovino; 5) terra de Paraopeba + esterco bovino (1:1); 6) terra de subsolo + esterco bovino (1:1); 7) substrato comercial + esterco bovino (1:1); e em diferentes níveis de sombreamento, sendo: a) pleno sol; b) meia sombra (Sombrite® 50%); e c) sombra (Sombrite® 80%). O Delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas. A avaliação do crescimento das plantas foi realizada aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplante, através da tomada de nove mudas de cada tratamento como unidade amostral para a mensuração da altura (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e das relações H/D, MSPA/MSR, do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) e da contagem do número de nódulos radiculares. Para a produção de mudas de *D. wilsonii* a utilização de substrato composto de 50% de esterco bovino e 50% de terra de subsolo apresenta-se como uma alternativa eficiente. Mudas de *D. wilsonii* apresentam melhor desempenho em viveiro quando produzidas inicialmente em ambiente sombreado e, posteriormente, em ambiente a pleno sol.

Palavras-chave: Produção florestal; substratos; sombreamentos.

CHAPTER 2 – GROWING *Dimorphandra wilsonii* Rizzini IN DIFFERENT SUBSTRATES AND LEVELS OF SHADING

ABSTRACT – The main objective of this study was to verify the influence of different substrate compositions and levels of shading in growing *Dimorphandra wilsonii* Rizzini, a tree species endemic to a small transition area between the ‘Cerrado’ (Savannah-like vegetation) and the Atlantic Forest in the central part of Minas Gerais State. This species is currently endangered due to environmental degradation. To do so, seedlings of *D. wilsonii* were grown in different kinds of substrate, as follows: 1) soil from Paraopeba; 2) subsoil dirt; 3) commercial substrate BIOPLANT®; 4) cattle manure; 5) soil from Paraopeba plus cattle manure (1:1); 6) subsoil dirt plus cattle manure (1:1); 7) commercial substrate plus cattle manure (1:1) in different levels of shading which follows as: a) Abundant sunlight; b) half shade (Sombrite® 50%); and c) full shade (Sombrite® 80%). The experimental delineation was entirely randomized into subdivided sectors. The assessment of the plants growth was done on the 45th, 90th, 135th and 180th days after transplanting in which 9 seedlings were taken from each treatment as samples for height measurement (H), collar diameter (CD), leaf number (LN), dry mass of aerial portion (DMAP), dry mass of root (DMR), total dry matter (TDM) and the relations H/D, DMAP/DMR, as well as the calculation of Dickson seedlings quality index (IQD) and count of root nodules. To produce *D. wilsonii* seedlings, using a substrate made up of 50% cattle manure and 50% subsoil dirt proved to be effective. Seedlings of *D. wilsonii* show better results when grown initially in a shaded greenhouse and later in full sunlight exposure.

Key words: forest production; substrates; shading.

1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas florestais é considerada uma das etapas mais importantes e imprescindíveis para o sucesso na implantação e estabelecimento de povoamentos florestais (GONÇALVES *et al.*, 2000). A produção de mudas com qualidade e baixo custo são critérios essenciais para o sucesso dos programas de implantação, recomposição e revitalização de florestas nativas (FONSECA *et al.*, 2002).

O estudo dos fatores que propiciem uma rápida germinação e um desenvolvimento homogêneo de plântulas acarreta a otimização da atividade de produção de mudas e, conseqüentemente, garante a obtenção de material apto para utilização em projetos de reflorestamento. É de extrema importância a definição de protocolos de manejo que favoreçam a produção de mudas com qualidade, em menor espaço de tempo e em condições acessíveis aos pequenos, médios e grandes produtores (CUNHA *et al.*, 2005).

A disponibilidade de luz (sombreamento) e o tipo de substrato são alguns dos fatores que influenciam o desenvolvimento de mudas em viveiro (DUTRA *et al.*, 2012). A formação de mudas florestais de boa qualidade envolve os processos de germinação de sementes e formação do sistema radicular e parte aérea, que estão diretamente relacionados com características específicas dos substratos utilizados (CALDEIRA *et al.*, 2008) e da disponibilidade de luz em que as mudas são produzidas.

Segundo Gomes (2001), o substrato para produção de mudas é o material de origem mineral ou orgânico, puro ou combinado, no qual as raízes se desenvolvem para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas e, também, suprir a planta de água, oxigênio e nutrientes. Além de ter baixo custo, um substrato ideal deve apresentar homogeneidade, baixa densidade, boa porosidade, boa capacidade de retenção de água e boa capacidade de troca catiônica (CTC), além de ser isento de pragas, organismos patogênicos e sementes de plantas daninhas (SANTOS *et al.*, 2000).

A qualidade das mudas é influenciada por diversos fatores, como a qualidade do substrato utilizado. Diversos materiais minerais e orgânicos vêm sendo utilizados na composição de substratos para produção de mudas (CALDEIRA *et al.*, 2008). Terra de subsolo, areia, vermiculita, esterco e composto de resíduos orgânicos são alguns exemplos de materiais que são utilizados puros ou combinados, inclusive com outros materiais alternativos de características conhecidas, como lodo de esgoto, biossólidos, composto de lixo e bagaço de cana (PIMENTEL *et al.*, 2016; DELARMELINA *et al.*, 2014, 2015; DUTRA *et al.*, 2012; FONSECA *et al.*, 2010; CUNHA *et al.*, 2006; AZEVEDO, 2003).

Grande parte dos processos de crescimento e desenvolvimento das plantas são direta ou indiretamente condicionados pela quantidade, qualidade, presença ou ausência de luz (REGO, 2006). Diferentes intensidades de luminosidade causam mudanças morfológicas e fisiológicas nas plantas, sendo que esta plasticidade é associada a características particulares de cada espécie em interação com o meio onde se desenvolve (SCALON *et al.*, 2003).

Diversos estudos sobre a influência da intensidade luminosa no desenvolvimento inicial e na qualidade de mudas florestais de espécies nativas têm sido realizados com o objetivo de se conhecer as respostas dessas espécies a diferentes níveis e intensidades luminosas (LENHARD *et al.*, 2013; DUTRA *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2007). Estes estudos permitem a descrição do comportamento das diferentes espécies quanto ao requerimento luminoso, que será uma informação imprescindível para o correto manejo de ambientação e aclimatação das mudas em viveiro, acarretando a produção de mudas vigorosas e aptas ao plantio a campo.

Dimorphandra wilsonii Rizzini (Fabaceae – Caesalpinioideae), comumente conhecida como Faveiro de Wilson, é uma espécie florestal arbórea, endêmica de uma pequena porção da região central do Estado de Minas Gerais. Segundo Rizzini (1969), foi descrita para áreas de transição entre o Cerrado e a mata semidecídua e atualmente é uma dentre as muitas espécies endêmicas dessa região que se encontram ameaçadas de extinção em decorrência da degradação do seu habitat. Existem pouco mais de 300 indivíduos adultos localizados e todos estes indivíduos se encontram fortemente ameaçados por atividades diversas, principalmente pelas atividades agropecuárias e de expansão urbana (FERNANDES e REGO, 2014). Atualmente está incluída na Lista Nacional Oficial de Espécies Da Flora Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2014), na Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas (IUCN, 2006) na categoria criticamente ameaçada, além da Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais (MENDONÇA e LINS, 2000).

Escassos são os estudos que descrevem as informações básicas para a produção de mudas de *D. wilsonii*. Fonseca *et al.* (2010) avaliando o crescimento de plantas jovens cultivadas em solo natural da área de ocorrência atual da espécie e neste corrigido a diferentes níveis de fertilidade, verificaram que a espécie apresenta resposta positiva à fertilização mineral e à calagem. Nesse mesmo trabalho os autores também verificaram associação positiva com bactérias fixadoras de nitrogênio, como estratégia adaptativa à oligotrofia dos solos de sua área de ocorrência. Em outro importante trabalho, Fonseca (2013) avaliou a influência de nitrogênio amoniacal, de associações simbióticas com

bactéria fixadora de nitrogênio e fungo micorrízico arbuscular, além da competição com *Urochloa decumbens* (Poaceae africana) no crescimento inicial de *D. wilsonii*. Os resultados desse estudo sugerem que *D. wilsonii* tem o amônio como fonte preferencial de N-inorgânico, que a relação simbiótica com *Bradyrhizobium sp.* e *Glomus etunicatum* pode beneficiá-la no aporte de N e P e minimizar os efeitos negativos impostos pela presença de *U. decumbens*, que pode inibir o crescimento e prejudicar a regeneração de plântulas de *D. wilsonii*.

Apesar dos esforços, pouco ainda se sabe sobre a propagação da espécie em viveiro para que este conhecimento seja convertido em ações eficazes na conservação de *D. wilsonii*.

O objetivo deste trabalho foi verificar a existência de diferenças no crescimento de mudas de *Dimorphandra wilsonii* Rizzini cultivadas em diferentes composições de substratos e níveis de sombreamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido entre os meses de novembro de 2016 a abril de 2017, no viveiro de produção de mudas do Jardim Botânico da Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte, município de Belo Horizonte - MG. A área do viveiro se localiza nas coordenadas -19°51'30,19"S e -44°00'40,47"W. De acordo com a classificação de Koppen e Geiger (1928) o clima da região é do tipo Cwa (Temperado úmido com inverno seco e verão quente), apresentando médias de temperatura anual de 20,9 °C.

2.1 Caracterização dos substratos

Foram utilizadas sete composições de substratos, sendo elas: (1) terra de Paraopeba - TP; (2) terra de subsolo- TS; (3) substrato comercial marca BIOPLANT - SC; (4) esterco bovino - EB; (5) terra de Paraopeba + esterco bovino (1:1) - TPEB; (6) terra de subsolo + esterco bovino (1:1) - TSEB; e (7) substrato comercial + esterco bovino (1:1) - SCEB.

A terra de Paraopeba utilizada nos substratos TP e TPEB foi escolhida devido ao fato de já existirem trabalhos de cultivo de mudas de *D. wilsonii* com esse substrato, além de ser proveniente de área de ocorrência natural da espécie. Foi retirada de subsolo desprezando-se a camada superficial.

A terra de subsolo utilizada nos substratos TS e TSEB não possui procedência definida, retratando a condição típica de substrato mais comum utilizado para produção de mudas em viveiros florestais de espécies nativas (AZEVEDO, 2003).

As amostras da terra de Paraopeba e da terra de subsolo utilizadas foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solo do Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) para realização de análises de fertilidade e pH, e os resultados são mostrados nas Tabelas 1 e 2.

Uma amostra contendo 2,5 L de cada substrato utilizado foi encaminhada ao Laboratório de Biotecnologia – Análise de Substratos para Plantas do Departamento de Horticultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) para realização de análises químicas e físicas, conforme a Instrução Normativa nº 17, em 21 de maio de 2007 (MAPA, 2007), da Secretaria de Defesa Agropecuária, alterada pela Instrução Normativa nº 31, de 23 de outubro de 2008 (MAPA, 2008), em que aprova os Métodos Analíticos Oficiais para análise de substratos e condicionadores de solos. De acordo com estas Normas foram determinadas a densidade úmida e densidade seca, umidade atual, porosidade total, espaço de aeração, água facilmente disponível, água tamponante e água remanescente, capacidade de retenção de água a 10, 50 e 100 cm, pH e condutividade elétrica (Tabela 3).

Tabela 1 - Resultado da análise de fertilidade de amostras de terra de subsolo (TS) e terra de Paraopeba (TP) utilizados como substratos na produção de mudas de *D. wilsonii*.

AMOSTRA	H + Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	P	K	SB	T	t	m	V
	-----cmol.carga/dm ³ -----				mg/dm ³		cmol.carga/dm ³			-----%-----	
TS	1,74	0,03	1,27	0,16	1,7	26	1,5	3,23	1,53	1,96	46,3
TP	2,08	0,03	0,37	0,12	0,3	12	0,52	2,6	0,55	5,42	20

SB – Soma de bases; T – Capacidade de troca de cátions; t – Capacidade efetiva de troca de cátions; m – Índice de saturação de Alumínio; V – Índice de saturação de bases.

Solução extratora Fósforo e Potássio: Mehlich 1; Cálcio, Magnésio e Alumínio: Cloreto de Potássio 1 normal; Hidrogênio + Alumínio – pH em S.M.P.

Tabela 2 - Resultado das análises de pH, matéria orgânica, textura e densidade de amostras de terra de subsolo (TS) e terra de Paraopeba (TP) utilizados como substratos na produção de mudas de *D. Wilsonii*.

AMOSTRA	CaCl ₂	KCl	H ₂ O	MO	C	Areia	Silte	Argila	DR	DA
	-----pH-----			dag/kg		-----%-----			g/cm ³	
TS	4,7	4,6	5,2	1,48	0,86	51,2	6,8	42,26	2,47	1,12
TP	4,4	4,4	5,2	1,48	0,86	24,36	22,72	52,92	2,13	1,06

CaCl₂ – pH em Cloreto de Cálcio; KCl – pH em Cloreto de Potássio; H₂O – pH em água.

Matéria Orgânica - Método Calorimétrico; Carbono Orgânico = MO / 1,724.

Granulometria – Método pipeta adaptado.

Densidade aparente: solo peneirado em malha 2 mm.

Tabela 3 - Valores médios de Potencial de Hidrogeniônico (pH) determinado em água, diluição 1:5 (v/v); Condutividade Elétrica (CE) obtida em solução 1:5 (v/v); Densidade Úmida (DU); Densidade Seca (DS); Umidade Atual (UA); Porosidade Total (PT); Espaço de Aeração (EA); Água Facilmente Disponível (AFD); Água Tamponante (AT); Água Remanescente (AR); Capacidade de Retenção de Água (CRA) a 10, 50 e 100 cm de coluna de água determinado em base volumétrica (v/v).

SUBSTRATO		TP	TS	SC	EB	TPEB	TSEB	SCEB
pH	H ₂ O	5,15	5,07	5,84	6,96	6,92	6,94	5,68
CE	mS / cm ¹	0,01	0,02	0,76	0,96	0,47	0,43	0,76
DU	Kg / m ³	1212,86	1261,71	442,83	577,2	953,05	1053,16	539,81
DS	Kg / m ³	1045,05	1165,63	242,98	443,08	803,03	920,2	374,76
UA	%	13,84	7,61	45,13	23,24	15,74	12,62	30,58
PT	%	69,72	57,59	86,23	77,44	70,33	65,15	81,92
EA	%	8,13	7,96	36,26	16,35	7,99	10,46	23,46
AFD	%	7,89	14,4	17,66	26,66	18,18	21,53	26,63
AT	%	11,91	6,22	3,55	4,57	6,82	4,13	3,98
AR	%	41,78	29,01	28,76	29,86	37,33	29,03	27,85
CRA(10)	%	61,59	49,64	49,97	61,09	62,34	54,69	58,46
CRA(50)	%	53,69	35,23	32,31	34,43	44,16	33,16	31,83
CRA(100)	%	41,78	29,01	28,76	29,86	37,33	29,03	27,85

TP - terra de Paraopeba; TS – terra de subsolo; SC – substrato comercial; EB – esterco bovino; TPEB – terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB – terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB – substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

2.2 Obtenção e tratamento das sementes de *Dimorphandra wilsonii*

Um lote de sementes de *D. wilsonii* foi formado por material coletado entre agosto e outubro de 2016 em 23 matrizes provenientes da região central do estado de Minas Gerais, nos municípios de Esmeraldas, Florestal, Inhaúma, Juatuba, Maravilhas, Paraopeba, São José da Varginha e Sete Lagoas.

Após a coleta e beneficiamento manual dos frutos para extração das sementes, estas foram selecionadas de acordo com a integridade do tegumento, regularidade da forma e uniformidade de tamanho, descartando-se sementes pequenas e malformadas.

Para a quebra da dormência física as sementes foram escarificadas mecanicamente com a utilização de um moto-esmeril no lado oposto do eixo hipocótilo-radícula (LOPES e MATHEUS, 2008; FREITAS *et al.*, 2009). Para desinfetá-las o procedimento usado foi imersão em álcool 70% (v/v) por um minuto, seguido de hipoclorito de sódio 2,5% (v/v) por 20 minutos e lavagem por três vezes em água destilada. Após a lavagem as sementes foram colocadas para pré-embebição em água destilada por duas horas.

2.3 Instalação do experimento

As sementes foram germinadas em germinadores tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), com temperatura de 25°C +/- 3°C e fotoperíodo de 12 horas. Após a germinação, as plântulas apresentando um par de folhas definitivas foram transplantadas para recipientes (sacos) de polietileno com 18 x 24 cm, contendo as diferentes composições de substratos e acondicionados em casa de vegetação com irrigação por micro aspersão por 30 dias. Após este período de estabelecimento, as mudas foram cultivadas durante 180 dias em três diferentes níveis de sombreamento, sendo pleno sol, meia sombra (Sombrite® 50%) e sombra (Sombrite® 80%).

A irrigação das mudas foi realizada diariamente no período da manhã.

2.4 Delineamento experimental e avaliações

Delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida (parcela principal: níveis de sombreamento; subparcela: substratos e subsubparcela: tempo).

Nos tempos de observação T1, T2, T3 e T4, intervalados a cada 45 dias do início do experimento, nove mudas de cada tratamento foram tomadas para composição da unidade amostral.

A avaliação do crescimento das plantas foi realizada a cada 45 dias através da mensuração dos parâmetros morfológicos: Altura da Muda (H) em cm, Diâmetro do Coleto (DC) em mm, Número de Folhas (NF), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) em g, Massa Seca de Raiz (MSR) em g, bem como da contabilização do número de nódulos radiculares. Com base nos parâmetros morfológicos avaliados, foram calculados a Massa Seca Total (MST) em g, pelo somatório de MSPA e MSR; e os parâmetros de qualidade de mudas pela relação entre altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/D), massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), em razão da altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST), por meio da fórmula (DICKSON *et al.*, 1960):

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

As plantas mortas foram registradas para a quantificação dos percentuais de sobrevivência e mortalidade para cada tratamento.

A altura das mudas foi medida com o auxílio de uma régua graduada posicionada no nível do substrato até a gema apical e o diâmetro do coleto através de paquímetro digital. As mudas das unidades amostrais foram separadas em parte aérea e raiz e pesadas em balança de precisão para determinação da massa fresca. Para a determinação da massa seca da parte aérea e massa seca de raízes os materiais foram acondicionados em embalagens de papel e levados para secagem em estufa a 60°C até peso constante e pesados em balança de precisão. Os números de nódulos radiculares observados em cada tratamento foram contabilizados com auxílio de um contador manual.

2.5 Análises

Para atendimento das pressuposições estatísticas quanto à normalidade dos resíduos verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e de homogeneidade das variâncias verificado pelo Teste de Bartlett, ambos a 95% de probabilidade, as variáveis DC, H, MSR, MST, MSPA/MSR e IQD foram transformados em \sqrt{y} , enquanto os dados de MSPA, H/D e o número de nódulos (NOD) foram transformados em $\left(\frac{1}{y+0,1}\right) + 1$. Todas as variáveis atenderam às pressuposições estatísticas após transformações, exceto número de folhas (NF). Os dados foram analisados por meio de Análise de Variâncias (ANOVA) e as médias das interações significativas entre fatores de natureza qualitativos (substrato e sombreamento) foram comparadas pelo teste de Tukey, enquanto que as médias das interações significativas entre fatores de natureza quantitativos (tempo) foram analisadas através de curvas de regressão linear quadrática. As análises estatísticas foram realizadas pelo software R, pacote Agricolae (MENDIBURU, 2014), a 95% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que para todos os substratos avaliados os valores das variáveis que analisam o crescimento das plantas em diâmetro do coleto (DC) e altura (H), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) tendem a aumentar em função do tempo (Figuras 1, 2, 3, 4 e 5). Devido ao alto coeficiente de variação existente em experimentos dessa natureza, é esperado baixo coeficiente de determinação (R^2).

Não foi verificado a tendência de aumento do número de folhas (NF) em função do tempo para as mudas de *D. wilsonii*. Em geral, para todos os substratos utilizados houve

expressiva senescência foliar a partir de 135 dias após o transplântio, o que acarretou diminuição da quantidade de folhas das mudas para todos os substratos e níveis de sombreamentos avaliados aos 180 dias após o transplântio.

Para o diâmetro do coleto (DC) houve efeito significativo para a interação entre o tempo e os tipos de substratos. Houve também efeito isolado significativo dos sombreamentos para esta variável.

Não foram observadas diferenças significativas em DC para as mudas cultivadas nos diferentes substratos aos 45 dias após o início do experimento. O diâmetro do coleto das mudas cultivadas nos substratos TSEB e EB, em geral, foi estatisticamente superior aos demais substratos nas avaliações aos 90, 135 e 180 dias, enquanto que as mudas cultivadas no substrato comercial (SC) obtiveram os menores valores para essa variável nessas mesmas avaliações (Tabela 4).

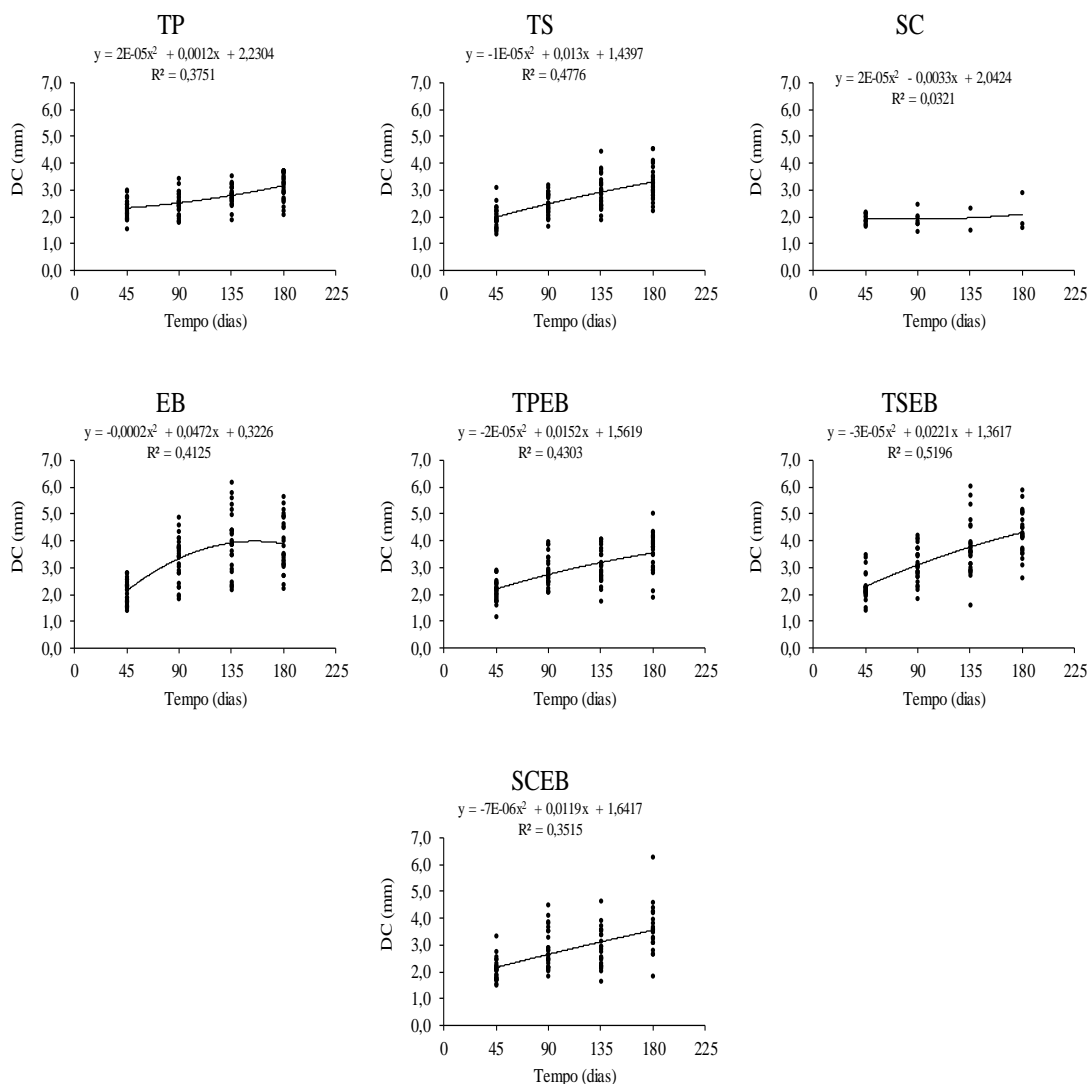


Figura 1 - Curva de crescimento em diâmetro do coleto (DC) de mudas de *D. wilsonii* aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplântio. Belo Horizonte - MG. TP - terra de Paraopeba; TS – terra de subsolo; SC – substrato comercial; EB – esterco bovino; TPEB – terra de Paraopeba + esterco

bovino 1:1 (v/v); TSEB – terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB – substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

Tabela 4 - Valores médios do diâmetro do coleto (DC) de mudas de *D. wilsonii*, produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplântio. Belo Horizonte-MG.

	Tempo (dias)								
	45		90		135		180		
Substratos	TP	2,34	A	2,49	BC	2,82	B	3,16	CD
	TS	2,00	A	2,48	BC	2,93	B	3,29	BC
	SC	1,93	A	1,92	C	1,93	B	2,10	D
	EB	2,14	A	3,34	A	3,93	A	3,89	AB
	TPEB	2,16	A	2,88	AB	3,05	B	3,59	BC
	TSEB	2,28	A	3,13	A	3,73	A	4,32	A
	SCEB	2,09	A	2,86	AB	2,90	B	3,63	BC

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$). TP - terra de Paraopeba; TS – terra de subsolo; SC – substrato comercial; EB – esterco bovino; TPEB – terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB – terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB – substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

Quanto ao efeito significativo isolado do sombreamento sobre o DC, as mudas cultivadas em ambiente com restrição de 50% de luminosidade obtiveram maiores médias desse parâmetro, enquanto que as mudas cultivadas em ambiente com restrição de 80% de luminosidade obtiveram as menores médias. As mudas cultivadas em pleno sol obtiveram médias intermediárias para o DC.

Para a altura (H) houve efeito significativo para as interações entre o tempo com os tipos substratos e entre os níveis de sombreamento com os tipos de substratos.

Comportamento similar ao DC foi verificado para a H, onde as mudas cultivadas nos substratos TSEB e EB obtiveram em geral os maiores valores de altura e as mudas cultivadas em SC, os menores valores de altura nos momentos de observação e para todos os níveis de sombreamento (Tabelas 5 e 6).

De acordo com Gonçalves *et al.* (2000), considera-se que mudas com o diâmetro do coleto situados entre 5 e 10 mm e altura entre 20 e 35 cm como sendo valores adequados a mudas de espécies florestais com satisfatório padrão de qualidade. No presente estudo, algumas mudas dos tratamentos TSEB e EB apresentaram valores absolutos de diâmetro do coleto e altura dentro dos limites avaliados como ideais pelos autores supramencionados a partir de 135 dias após o transplântio. No entanto, as médias destas variáveis para nenhum dos tratamentos avaliados aos 180 dias após o transplântio alcançaram estes limites indicando que os valores propostos não sejam considerados aplicáveis para mudas de *D. wilsonii* ou que as mudas necessitem de um maior tempo de permanência no viveiro para que atinjam o parâmetro indicado para plantio em campo.

Tabela 5 - Valores médios da altura (H) de mudas de *D. wilsonii*, produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplântio. Belo Horizonte - MG.

		Tempo (dias)							
		45		90		135		180	
		Média	Letra	Média	Letra	Média	Letra	Média	Letra
Substratos	TP	8,93	C	9,99	D	12,75	C	12,76	D
	TS	8,04	C	11,18	C	13,31	C	16,12	C
	SC	8,45	C	8,18	E	7,65	D	10,46	D
	EB	9,98	AB	15,83	A	20,23	A	19,48	B
	TPEB	10,29	A	14,01	B	13,91	C	15,25	C
	TSEB	9,98	AB	15,64	A	18,98	B	20,91	A
	SCEB	8,95	BC	13,25	B	13,85	C	16,28	C

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$). TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

Tabela 6 - Valores médios de altura (H) de mudas de *D. wilsonii*, produzidas em diferentes substratos e níveis de sombreamento. Belo Horizonte-MG.

		Níveis de sombreamento								
		Pleno sol			Sombrite® 50%			Sombrite® 80%		
		Média	Letra	Letra	Média	Letra	Letra	Média	Letra	Letra
Substratos	TP	11,49	CD	a	11,23	CD	a	10,61	C	a
	TS	11,89	CD	ab	13,53	BC	a	10,95	C	b
	SC	8,34	D	a	9,16	D	a	8,29	C	a
	EB	15,88	A	a	16,90	A	a	16,36	AB	a
	TPEB	13,20	ABC	a	12,67	CD	a	14,02	B	a
	TSEB	15,80	AB	a	15,90	AB	a	17,43	A	a
	SCEB	12,93	BCD	a	12,28	CD	a	13,75	B	a

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas entre linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$). TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

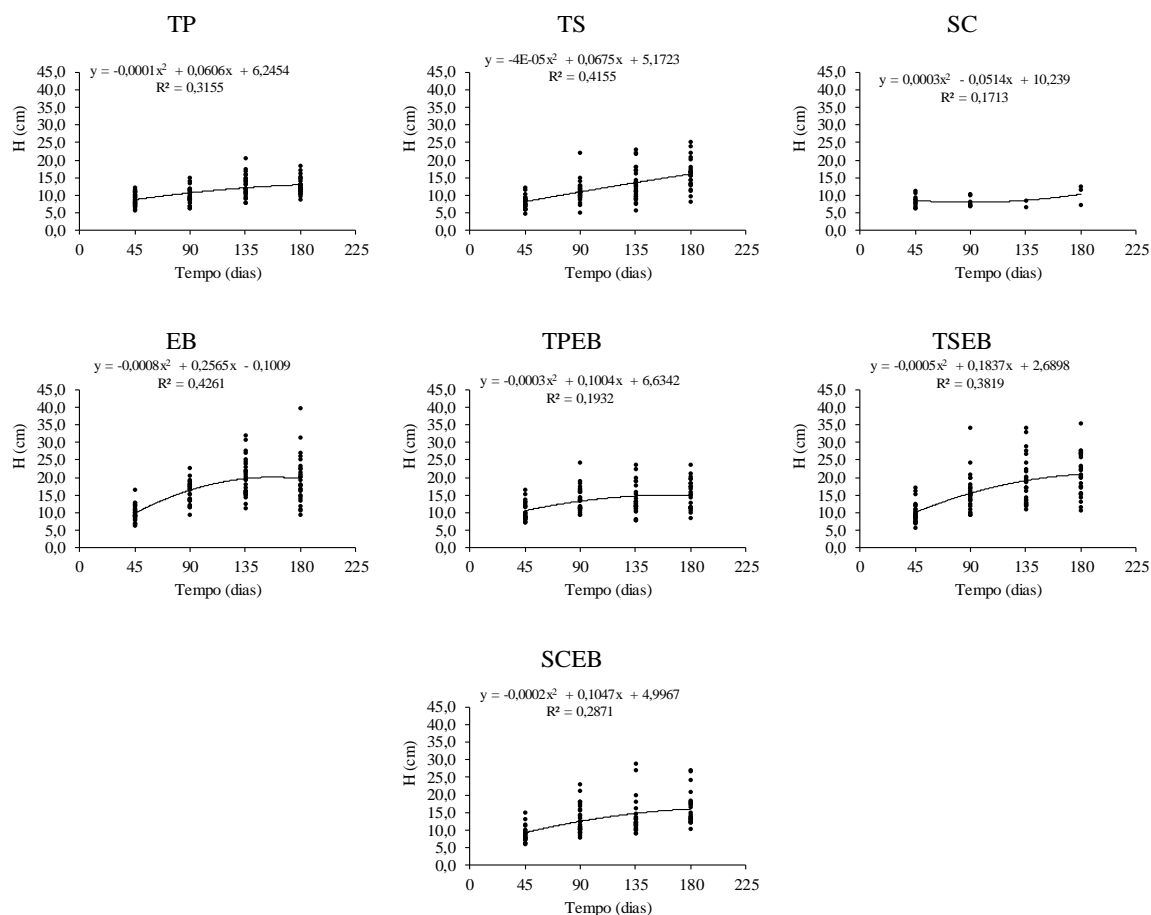


Figura 2 - Curva de crescimento em altura (H) de mudas de *D. wilsonii* aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplante. Belo Horizonte - MG. TP - terra de Paraopeba; TS – terra de subsolo; SC – substrato comercial; EB – esterco bovino; TPEB – terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB – terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB – substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

Delarmelina *et al.* (2015) avaliando a utilização de resíduos orgânicos como substratos para a produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii* var. *latistipula*, obtiveram maiores valores para crescimento em altura e diâmetro do coleto para os tratamentos formulados com resíduos orgânicos, principalmente quando utilizado a proporção de 35% de esterco bovino na composição dos substratos avaliados. Nesse mesmo trabalho, resultados inferiores para estas variáveis foram obtidos quando as mudas foram produzidas utilizando apenas substrato comercial puro. Prestes (2007) avaliando os efeitos de diferentes doses de esterco de gado no crescimento e no balanço nutricional de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* verificou que até a proporção de 36,3% de esterco adicionado ao substrato gerou efeito significativo para crescimento em altura das mudas produzidas.

Trazzi *et al.* (2012) avaliando química e fisicamente substratos formulados com esterco de origem animal verificaram que o uso de esterco proporcionou melhoria nos

atributos químicos e físicos dos substratos, aumentando os teores totais e disponíveis de nutrientes e, ainda, um acréscimo na capacidade de troca de cátions, soma de bases e saturação por bases, à medida que se elevou a proporção de esterco no substrato.

No presente estudo também foi observado que o crescimento em diâmetro e altura das mudas produzidas em todos os substratos que foram elaborados com adição de esterco bovino (TPEB, TSEB e SCEB) foram superiores, comparado ao crescimento das mudas produzidas sem adição de esterco bovino em seus substratos (TP, TS e SC). O destaque no crescimento em diâmetro e altura das mudas de *D. wilsonii* cultivadas nos substratos que foram utilizados esterco bovino pode estar relacionado ao aumento na disponibilidade de nutrientes promovido pela ciclagem biogeoquímica, proveniente da decomposição da matéria orgânica dos mesmos.

Fonseca *et al.* (2010) avaliando o crescimento de mudas de *D. wilsonii* cultivadas em solo natural da área de ocorrência atual da espécie e neste corrigido a diferentes níveis de fertilidade, também verificaram que as mudas produzidas sob maior oferta de nutrientes apresentaram crescimento significativamente maior em altura e diâmetro do caule, se comparado às mudas cultivadas apenas com o solo da área de ocorrência natural da espécie sem adubação e calagem.

Diferente do diâmetro do coleto que foi influenciado pelo efeito isolado dos níveis de sombreamento, para a altura houve influência significativa da interação entre os níveis de sombreamento e os diferentes substratos. Os resultados da Tabela 6 mostram que mudas cultivadas no substrato TS alcançaram as menores médias de altura quando produzidas sob restrição de 80% de luz. Diversas espécies apresentam comportamentos distintos quanto ao crescimento em altura e diâmetro do coleto em função de serem cultivadas em diferentes níveis de sombreamento.

De forma similar ao comportamento de *D. wilsonii* verificado no presente estudo, resultados semelhantes quanto à influência de sombreamento no crescimento em diâmetro do coleto foram verificados por Caron *et al.* (2010) para mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake e por Batiston *et al.* (2008) para mudas de *Machaerium brasiliense* Vog. Por outro lado, um maior crescimento em diâmetro do coleto a níveis intermediários de sombreamento foram observados por Lenhard *et al.* (2013) para *Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. var. *leiostachya* Benth.

Almeida *et al.* (2005) não observaram efeito significativo para altura de mudas de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang, em função de diferentes sombreamentos a que foram submetidas. Já outros autores constataram efeitos positivos para

o crescimento em altura de mudas de diferentes espécies leguminosas arbóreas, quando cultivadas em intensidades intermediárias de sombreamento, como Lenhard *et al.* (2013) para *Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. var. *leiostachya* Benth, Souza *et al.* (2013) para mudas de *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong, por Dutra *et al.* (2012) para mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf., e Caron *et al.* (2010) para mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake.

Para massa seca da parte aérea (MSPA) houve efeito significativo para a interação entre o tempo e os tipos substratos. As mudas cultivadas no substrato TSEB obtiveram as maiores médias de massa seca da parte aérea (MSPA) em todas as observações, ao contrário das mudas cultivadas em SC, que obtiveram os menores valores (Tabela 7).

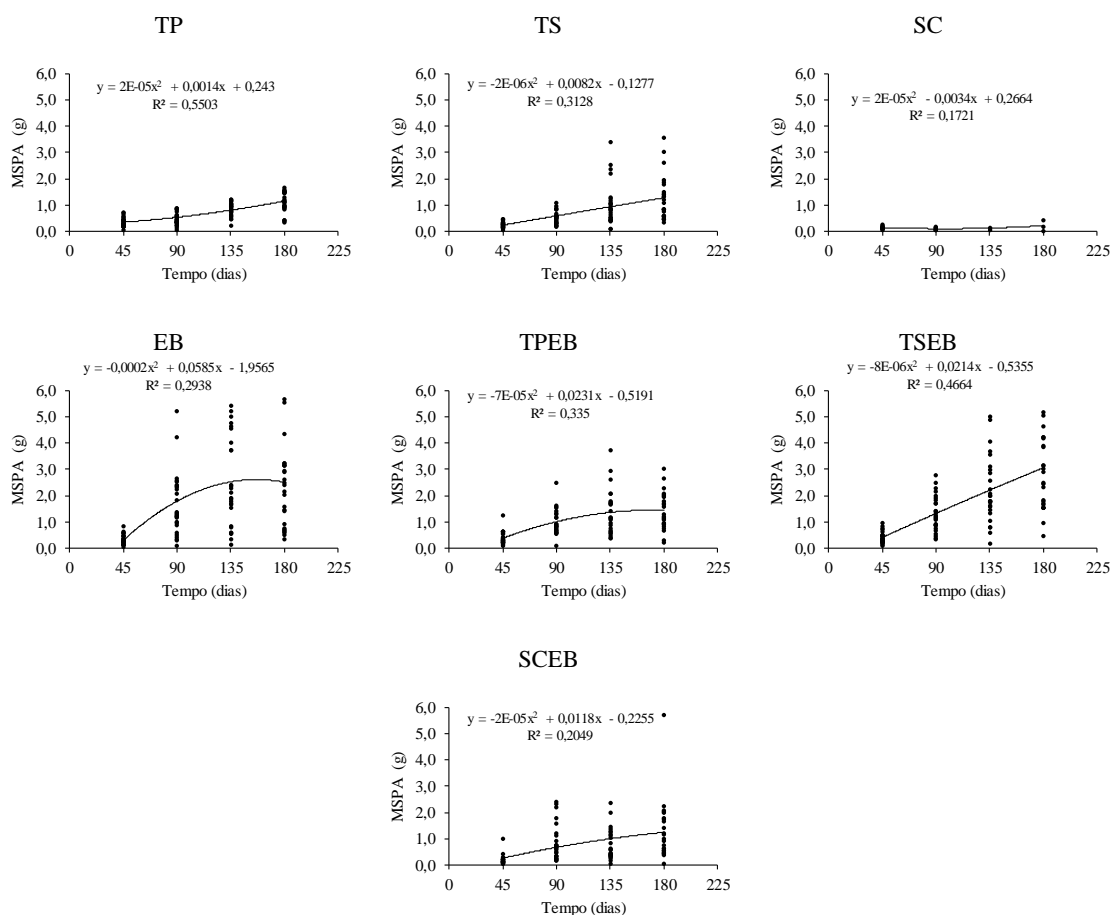


Figura 3 - Curva de incremento em massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de *D. wilsonii* aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplante. Belo Horizonte-MG. TP - terra de Paraopeba; TS – terra de subsolo; SC – substrato comercial; EB – esterco bovino; TPEB – terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB – terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB – substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

Tabela 7 - Valores médios de massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de *D. wilsonii*, produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplântio. Belo Horizonte-MG.

		Tempo (dias)							
		45		90		135		180	
Substratos	TP	0,37	A	0,47	E	0,87	D	1,14	D
	TS	0,26	C	0,52	D	1,00	C	1,25	D
	SC	0,15	E	0,10	F	0,11	F	0,22	E
	EB	0,34	B	1,66	A	2,66	A	2,47	B
	TPEB	0,39	A	0,99	B	1,38	B	1,44	D
	TSEB	0,41	A	1,33	A	2,21	A	3,06	A
	SCEB	0,21	BC	0,84	C	0,82	E	1,31	C

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$). TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

Resultados semelhantes foram obtidos por Delarmelina *et al.* (2015) que avaliando a utilização de resíduos orgânicos como substratos para a produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii* var. *latistipula*, recomendam a utilização de 35% de esterco bovino adicionado a 40% de terra de subsolo como substrato para um maior incremento de massa seca de parte aérea dessa espécie. Esses mesmos autores obtiveram inferiores incrementos para essa variável quando foi utilizado apenas substrato comercial.

Para o a massa seca de raiz (MSR) houve efeito significativo para a interação entre o tempo com os tipos substratos. Houve, também, efeito isolado significativo dos sombreamentos para esta variável.

Similar à MSPA, para a MSR as mudas cultivadas no substrato TSEB obtiveram em geral os maiores valores para esta variável e as mudas cultivadas em SC obtiveram os menores valores, para todos os momentos avaliados (Tabela 8).

Quanto ao efeito significativo isolado do sombreamento sobre MSR, as mudas cultivadas em ambiente com restrição de 80% de luminosidade obtiveram as menores médias de MSR, comparadas às mudas produzidas em ambientes menos sombreados.

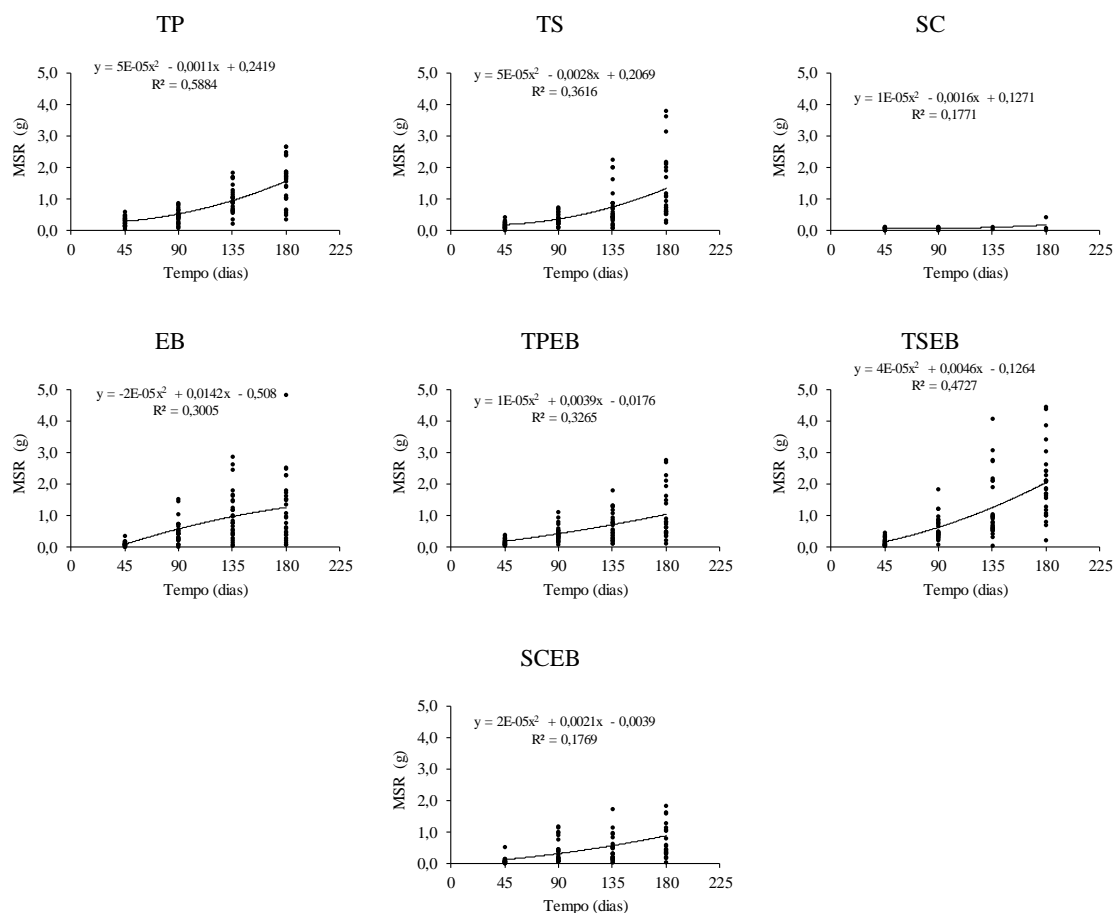


Figura 4 - Curva de incremento em massa seca da raiz (MSR) de mudas de *D. wilsonii* aos 45, produzidas em diferentes substratos aos 90, 135 e 180 dias após o transplantio. Belo Horizonte - MG. TP - terra de Paraopeba; TS – terra de subsolo; SC – substrato comercial; EB – esterco bovino; TPEB – terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB – terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB – substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

Tabela 8 - Valores médios de massa seca de raiz (MSR) de mudas de *D. wilsonii*, produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplantio. Belo Horizonte-MG.

	Tempo (dias)			
	45	90	135	180
TP	0,30 A	0,47 AB	1,00 AB	1,55 B
TS	0,18 AB	0,37 AB	0,73 BC	1,33 BC
SC	0,07 B	0,07 B	0,07 D	0,18 E
EB	0,11 B	0,50 AB	1,04 AB	1,23 C
TPEB	0,17 AB	0,44 AB	0,68 C	1,04 CD
TSEB	0,17 AB	0,61 A	1,26 A	2,04 A
SCEB	0,10 B	0,40 AB	0,48 CD	0,91 D

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$). TP - terra de Paraopeba; TS – terra de subsolo; SC – substrato comercial; EB – esterco bovino; TPEB – terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB – terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB – substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

Os menores valores para acúmulo de MSR para o substrato SC podem estar relacionados à maior porcentagem de porosidade total e espaço de aeração e aos menores valores de densidade seca e de capacidade de retenção de água a 50 cm de coluna d'água, comparados aos outros substratos (Tabela 3). Essa combinação de características físicas contribui para facilitar a drenagem refletindo em uma maior dificuldade desse substrato em reter umidade necessária a um ótimo crescimento radicular. Outra dificuldade na produção de mudas utilizando-se substratos com essas características está na intensificação do manejo da irrigação que leva a uma oneração dos custos de produção.

Prestes (2007) constatou que o máximo de produção de massa seca de raízes ocorreu com 50% de esterco bovino associado a 50% de latossolo vermelho, testando proporções crescentes de esterco bovino como substrato para produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa*. Delarmelina *et al.* (2015) obtiveram maior acúmulo de massa seca de raiz para mudas de *Chamaecrista desvauxii* var. *latistipula*, utilizando uma proporção de 35% de esterco bovino adicionado a 40% de terra de subsolo enquanto que o menor acúmulo foi obtido com a utilização de substrato comercial puro. Os resultados desses dois estudos são semelhantes aos resultados observados no presente trabalho com mudas de *D. wilsonii*.

Os menores acúmulos em MSR das mudas cultivadas em ambiente com restrição de 80% de luz apresentam comportamento similar ao diâmetro do coleto e altura das mudas e indicam que *D. wilsonii* apresenta tendência a diminuir seu crescimento em ambientes com maiores restrições luminosas.

Silva *et al.* (2007) estudando o efeito da intensidade de luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber verificaram que nos ambientes mais sombreados as mudas também apresentaram menores médias de massa seca de raiz, comparadas às mudas cultivadas em ambientes com maior exposição à luz.

Para o a massa seca total (MST) houve efeito significativo para a interação entre o tempo com os tipos substratos. Houve, também, efeito isolado significativo dos sombreamentos para esta variável.

A avaliação MST corroborou os resultados já descritos para os indicadores de crescimento avaliados anteriormente. Verificou-se que as mudas cultivadas em substrato composto de TSEB alcançaram maior acúmulo de MST durante o período de avaliação e, de forma geral, foram também aquelas que obtiveram médias mais altas para os indicadores de crescimento avaliados anteriormente. As mudas cultivadas em SC obtiveram os menores valores para essa variável para todas as observações realizadas (Tabela 9).

O bom crescimento e acúmulo de biomassa das mudas com substratos contendo esterco bovino podem estar relacionados não apenas com o teor de nutrientes disponibilizados por este material, mas também com sua participação nos processos microbiológicos, na aeração, na capacidade de retenção de água, na estruturação e na regulação de temperatura dos substratos.

Quanto ao efeito significativo isolado do sombreamento sobre a MST, as mudas cultivadas em ambiente com restrição de 50% de luminosidade obtiveram maiores médias desse parâmetro, enquanto que as mudas cultivadas em ambiente com restrição de 80% de luminosidade obtiveram as menores médias. As mudas cultivadas em pleno sol obtiveram médias intermediárias para a MST.

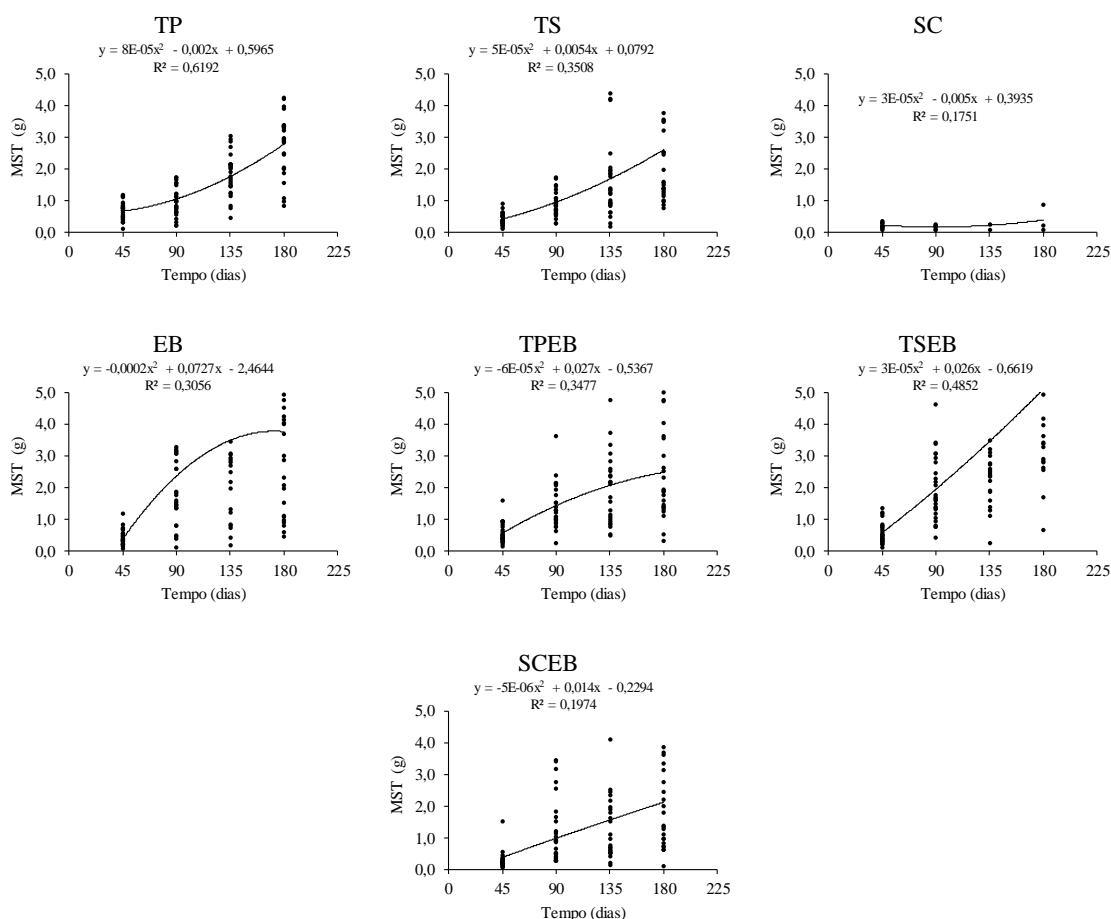


Figura 5 - Curva de incremento em massa seca total (MST) de mudas de *D. wilsonii* produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplante. Belo Horizonte-MG. TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

Tabela 9 - Valores médios de massa seca total (MST) de mudas de *D. wilsonii*, produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplante. Belo Horizonte - MG.

		TEMPO (DIAS)							
		45		90		135		180	
SUBSTRATOS	TP	0,67	A	0,94	C	1,87	B	2,68	C
	TS	0,44	BC	0,90	C	1,73	B	2,59	C
	SC	0,22	C	0,18	D	0,18	D	0,40	E
	EB	0,45	ABC	2,16	A	3,70	A	3,70	B
	TPEB	0,56	AB	1,44	B	2,06	B	2,48	CD
	TSEB	0,58	AB	1,94	A	3,47	A	5,10	A
	SCEB	0,31	C	1,24	BC	1,30	C	2,22	D

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$). TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

As relações entre atributos morfológicos que indicam a qualidade das mudas H/D e MSPA/MSR foram afetados pela interação significativa entre os substratos com os níveis de sombreamento. Para a relação MSPA/MSR, além da interação citada, houve também, interação significativa entre o tempo e os níveis de sombreamento.

De forma geral, as mudas produzidas em substratos contendo esterco bovino em sua composição, ou seja, EB, TSEB, TPEB e SCEB, obtiveram maiores relações H/D e MSPA/MSR, quando comparadas às mudas cultivadas sem adição deste insumo em seus substratos (Tabela 10).

Em relação à interação entre os diferentes substratos e os níveis de sombreamento na relação MSPA/MSR, para todos os níveis de sombreamentos testados houve tendência de diminuição desta razão em função do tempo, sendo que esta tendência de diminuição foi intensificada com o aumento da restrição luminosa (Figura 6, Tabela 11).

A relação entre a altura da parte aérea da muda associada ao diâmetro do coleto constitui-se em um importante parâmetro morfológico para estimar o crescimento das mudas após o plantio no campo (CARNEIRO, 1995). A relação entre o peso de matéria seca da parte aérea pelo peso de matéria seca de raiz é considerada como um índice eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade de mudas (PARVIAINEN, 1981), propondo-se que 2,0 seria a melhor relação entre estes atributos (BRISSETTE, 1984), sem, no entanto, definir a espécie.

Tabela 10 - A) Relação H/D e B) relação MSPA/MSR de mudas de *D. wilsonii*, produzidas em diferentes substratos e níveis de sombreamento. Belo Horizonte - MG.

		Níveis de sombreamento								
		Pleno sol			Sombrite® 50%			Sombrite® 80%		
Substratos	TP	4,38	A	a	4,14	B	a	3,93	D	a
	TS	4,53	A	a	4,71	AB	a	4,34	CD	a
	SC	4,47	A	a	4,83	AB	a	4,19	BCD	a
	EB	4,85	A	a	4,93	A	a	5,26	AB	a
	TPEB	4,68	A	a	4,54	AB	a	4,79	ABC	a
	TSEB	4,61	A	b	4,42	AB	b	5,77	A	a
	SCEB	4,94	A	a	4,15	B	b	4,79	ABC	a

		Níveis de sombreamento								
		Pleno sol			Sombrite® 50%			Sombrite® 80%		
Substratos	TP	0,90	D	a	1,11	C	a	0,99	D	a
	TS	1,29	D	a	1,37	C	a	1,67	C	a
	SC	2,26	ABC	a	1,70	BC	a	2,14	BC	a
	EB	2,69	A	b	3,04	A	ab	3,49	A	a
	TPEB	2,00	BC	a	2,19	B	a	2,43	B	a
	TSEB	1,95	C	b	2,21	B	ab	2,57	B	a
	SCEB	2,56	AB	a	1,99	B	b	2,07	BC	ab

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas entre linhas, para cada parâmetro não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$). TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

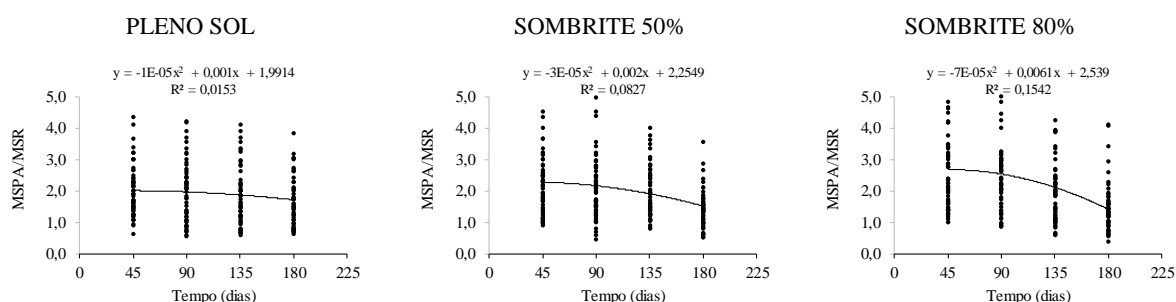


Figura 6 - Relação MSPA/MSR de mudas de *D. wilsonii* em diferentes níveis de sombreamento. Belo Horizonte - MG.

Tabela 11 - Relação MSPA/MSR de mudas de *D. wilsonii*, em função do tempo e dos níveis de sombreamento. Belo Horizonte - MG.

A) MSPA/MSR				
Níveis de sombreamento	Tempo (dias)			
	45	90	135	180
Pleno sol	2,00 B	1,99 B	1,85 A	1,72 A
Sombrite® 50%	2,29 B	2,11 B	1,97 A	1,50 AB
Sombrite®80%	2,63 A	2,68 A	1,95 A	1,46 B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$).

Comparadas às mudas em que foram produzidas sem adição de esterco bovino em seus substratos, os tratamentos em que foi utilizado esterco bovino em sua composição, puro ou combinado, obtiveram em geral maiores médias para a relação H/D quando cultivadas sob 80% de restrição de luz (Tabela 10-A). Já para a relação MSPA/MSR, as mudas produzidas nesses mesmos substratos apresentaram em geral valores dessa relação superiores a 2,0, enquanto que os substratos TS e TP apresentaram valores para esta relação abaixo de 2,0 (Tabela 10-B).

Para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) houve interação significativa tripla entre todos os fatores de estudo.

De acordo com Fonseca *et al.* (2002) o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) é um bom indicador da qualidade das mudas, pois no seu cálculo é considerado a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade.

Pela observação da Figura 7 nota-se que, de forma geral, independente do substrato utilizado as mudas produzidas a pleno sol experimentaram uma tendência de aumento gradativo do IQD com o passar do tempo. De forma contrária, mudas de *D. wilsonii* produzidas em ambiente com restrição de 80% de luminosidade, apresentaram tendência a uma diminuição do IQD, enquanto que mudas produzidas com restrição de 50% de luminosidade apresentaram tendência estável de IQD.

De acordo com a Tabela 12, verifica-se que as mudas produzidas em substrato de EB e TSEB obtiveram as maiores médias de IQD em todos os tempos de observação. Notam-se, também, de maneira similar às avaliações morfológicas de crescimento em diâmetro do coleto e altura da muda, que para todos os tempos de avaliação o IQD das mudas produzidas nos substratos que foram elaborados com adição de esterco bovino (TPEB, TSEB, SCEB e

EB) foram, em geral, superiores aos índices das mudas produzidas sem adição de esterco bovino em seus substratos (TP, TS e SC).

Pela observação da Tabela 12 pode-se verificar que aos 45 dias após o transplântio as mudas produzidas nos substratos EB e TSEB e aos 90 dias após o transplântio mudas produzidas nos substratos TS, EB e TPEB apresentam menores médias de IQD quando produzidas em pleno sol. De forma contrária, aos 180 dias após o transplântio mudas produzidas nos substratos TSEB e TPEB apresentaram menores valores de IQD quando cultivadas em ambiente com restrição de 80% de luminosidade.

Este comportamento pode indicar que mudas de *D. wilsonii* podem apresentar melhor vigor e equilíbrio da distribuição de biomassa quando produzidas até aproximadamente 90 dias após transplântio em ambiente sombreado, e após esse período, em ambiente a pleno sol. Esta prática pode garantir a produção de mudas com estrutura morfológica e rustificação mais adequadas ao plantio, garantindo, dessa forma, maior probabilidade de sobrevivência em campo.

Reis *et al.* (2015) estudando o desenvolvimento inicial, partição de biomassa e qualidade de mudas de *Dilodendron bipinnatum* sob diferentes níveis de sombreamento verificaram que mudas produzidas sob 50% e 70% de sombreamento foram as que apresentaram maior qualidade.

Fonseca *et al.* (2002) investigando a influência do período de permanência das mudas sob sombreamento nos parâmetros empregados na avaliação da qualidade das mudas de *Trema micranta* verificaram, também, tendência de decréscimo no padrão de qualidade das mudas com o aumento do período de sombreamento. Nesse mesmo trabalho os autores concluíram que as mudas apresentaram padrões de qualidade adequados para o plantio definitivo, a partir dos 120 dias após emergência, quando crescidas sob 45 e 60 dias de sombreamento

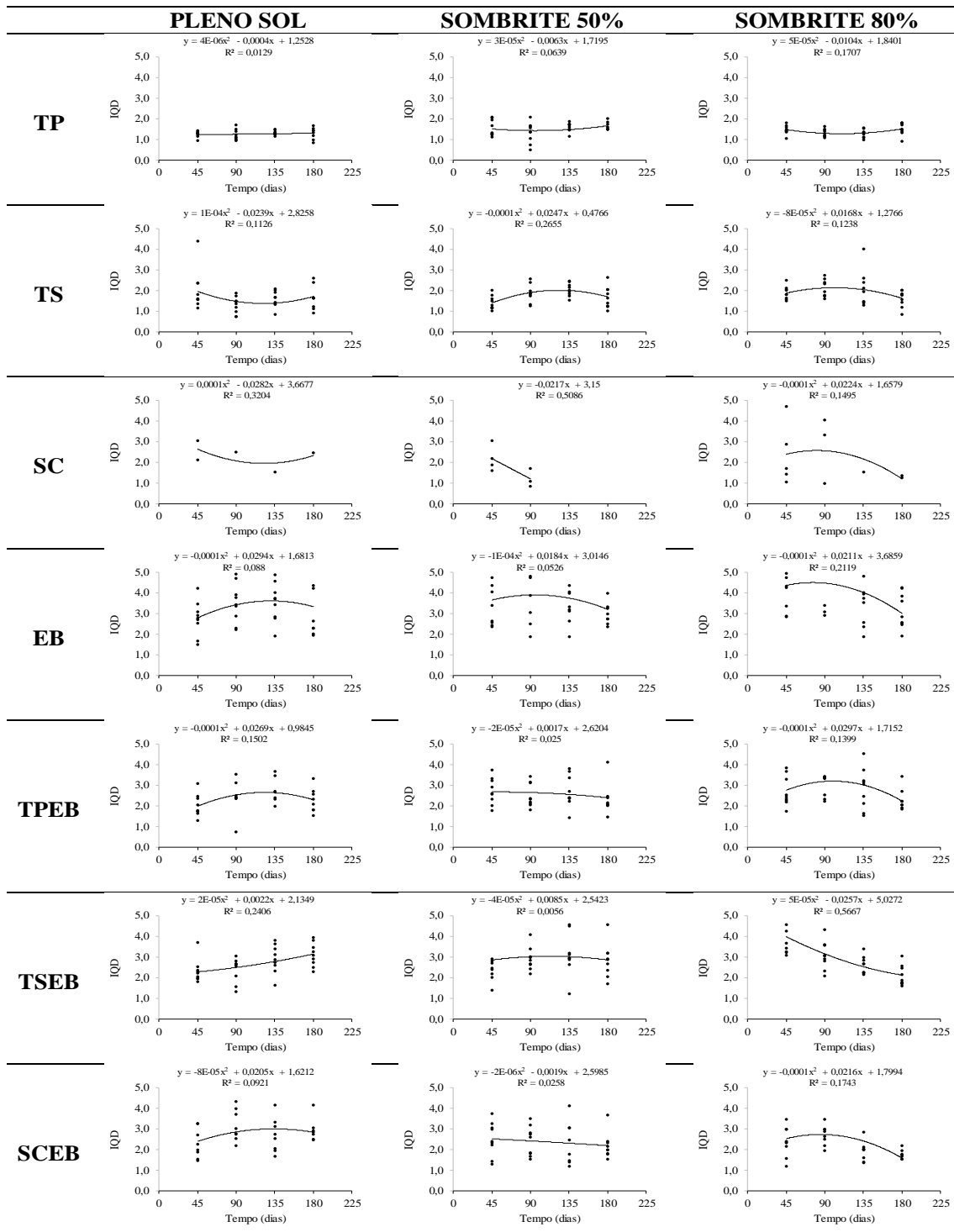


Figura 7 - Curva de regressão para Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *D. wilsonii* produzidas em diferentes substratos e níveis de sombreamento em função do tempo. Belo Horizonte -MG. TP - terra de Paraopeba; TS – terra de subsolo; SC – substrato comercial; EB – esterco bovino; TPEB – terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB – terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB – substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

Tabela 12 - Valores médios para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *D. wilsonii* produzidas em diferentes substratos, níveis de sombreamentos e avaliados aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplântio. Belo Horizonte-MG.

TEMPO	SUBSTRATOS	SOMBREAMENTOS								
		PLENO SOL			SOMBRITE 50%			SOMBRITE 80%		
45	TP	1,27	B	a	1,54	CD	a	1,46	C	a
	TS	2,01	AB	a	1,40	D	a	1,88	BC	a
	SC	2,56	A	a	2,17	BCD	a	2,34	BC	a
	EB	2,75	A	b	3,57	A	ab	4,23	A	a
	TPEB	2,00	AB	a	2,71	AB	a	2,69	B	a
	TSEB	2,31	AB	b	2,88	AB	b	4,00	A	a
	SCEB	2,28	AB	a	2,51	ABC	a	2,37	BC	a
90	TP	1,23	C	a	1,32	C	a	1,31	D	a
	TS	1,28	BC	b	1,86	BC	ab	2,08	CD	a
	SC	2,49	AB	a	1,19	C	a	2,76	BC	a
	EB	3,49	A	b	4,13	A	ab	4,84	A	a
	TPEB	2,42	ABC	b	2,49	B	ab	3,36	B	a
	TSEB	2,37	ABC	a	2,91	AB	a	3,08	BC	a
	SCEB	3,15	A	a	2,40	B	a	3,15	BC	a
135	TP	1,28	C	a	1,58	D	a	1,28	C	a
	TS	1,57	BC	a	2,03	CD	a	2,07	ABC	a
	SC	1,53	BC	a	-	-	-	1,52	BC	a
	EB	3,53	A	a	3,50	A	a	3,63	A	a
	TPEB	2,74	AB	a	2,69	ABC	a	2,82	AB	a
	TSEB	2,89	AB	a	3,10	AB	a	2,59	AB	a
	SCEB	2,68	AB	a	2,31	BCD	a	1,92	BC	a
180	TP	1,29	C	a	1,62	C	a	1,51	B	a
	TS	1,63	BC	a	1,68	C	a	1,60	B	a
	SC	2,46	ABC	a	-	-	-	1,30	B	a
	EB	3,35	A	a	3,27	A	a	3,12	A	a
	TPEB	2,26	ABC	a	2,33	ABC	a	2,29	AB	a
	TSEB	3,10	A	a	2,82	AB	ab	2,10	AB	b
	SCEB	2,94	AB	a	2,18	BC	ab	1,76	B	b

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna para o mesmo nível de sombreamento e tempo; e letras minúsculas entre linhas para o mesmo nível de substrato e tempo não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$). TP - terra de Paraopeba; TS - terra de subsolo; SC - substrato comercial; EB - esterco bovino; TPEB - terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB - terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB - substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

Para a variável que avaliou o grau de nodulação houve efeito significativo para a interação entre o tempo e os tipos substratos. Houve, também, efeito isolado significativo dos sombreamentos para esta variável.

Como importante estratégia adaptativa *D. wilsonii* pode crescer em solos com baixa oferta de nutrientes ao estabelecer associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos que podem lhe garantir maior aporte de nutrientes, principalmente, de nitrogênio e fósforo (FONSECA, 2013; FONSECA *et al.*, 2010). Pela Figura 8 e Tabela 13 observa-se que houve efeito significativo dos substratos para o número de nódulos em mudas de *D. wilsonii*, sendo que as mudas cultivadas em TS apresentaram maior grau de nodulação, seguidas de TSEB e TP, que também apresentaram nodulação expressivamente superior às mudas cultivadas nos demais substratos em que não foi observada nodulação expressiva.

Quanto ao efeito significativo isolado do sombreamento sobre a nodulação, as mudas cultivadas em ambiente com restrição de 50% de luminosidade obtiveram maiores médias desse parâmetro, enquanto que as mudas cultivadas em ambiente com restrição de 80% de luminosidade obtiveram as menores médias. As mudas cultivadas em pleno sol obtiveram valores intermediários para a nodulação.

Os nódulos radiculares observados e contabilizados se apresentavam em geral com aparência indicativa de atividade fisiológica.

Este resultado indica que a ocorrência de *D. wilsonii* em uma restrita porção central do Estado de Minas Gerais não é atribuída exclusivamente à ocorrência de espécies/estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio exclusivas dessas regiões, visto que a terra de subsolo utilizada nos substratos TS e TSEB não possui relação com a atual área de ocorrência da espécie.

Por outro lado, estes resultados corroboram os estudos realizados por Fonseca *et al.* (2010) quanto à tendência de diminuição do grau de nodulação de raízes de *D. wilsonii* com a melhoria das condições nutricionais do substrato pela adição de nutrientes via esterco bovino.

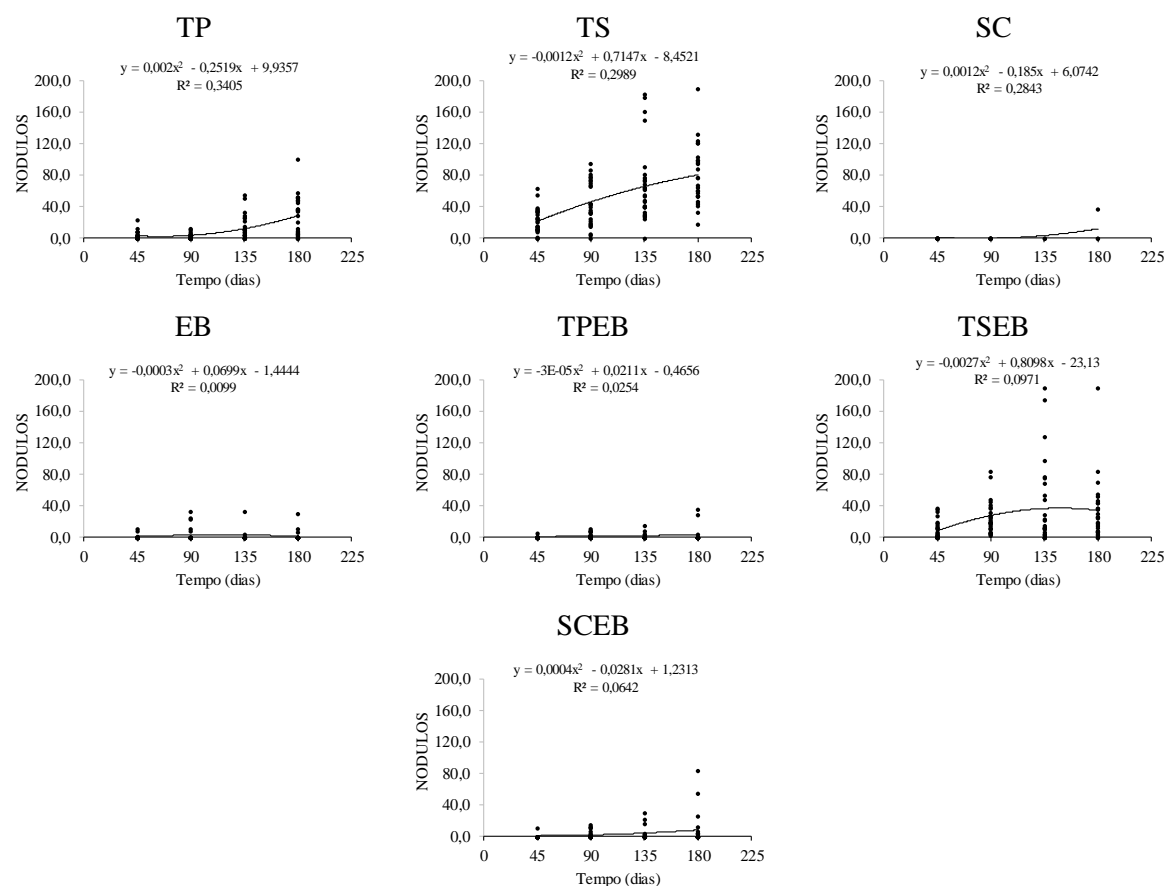


Figura 8 - Número de nódulos radiculares em mudas de *D. wilsonii* produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplante. Belo Horizonte -MG. TP - terra de Paraopeba; TS – terra de subsolo; SC – substrato comercial; EB – esterco bovino; TPEB – terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB – terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB – substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

Tabela 13 - Valores médios de número de nódulos em mudas de *D. wilsonii*, produzidas em diferentes substratos aos 45, 90, 135 e 180 dias após o transplante. Belo Horizonte -MG.

	Tempo (dias)			
	45	90	135	180
TP	2,67 C	2,44 D	12,81 C	26,96 C
TS	21,89 D	43,78 A	67,52 A	79,35 A
SC	0,00 G	0,00 F	0,00 G	12,33 D
EB	0,70 D	3,56 C	1,33 E	1,74 E
TPEB	0,22 E	1,88 E	1,24 F	2,75 E
TSEB	8,81 B	24,48 B	39,48 B	33,00 B
SCEB	0,42 F	2,50 D	3,17 D	8,30 D

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P > 0,05$). TP - terra de Paraopeba; TS – terra de subsolo; SC – substrato comercial; EB – esterco bovino; TPEB – terra de Paraopeba + esterco bovino 1:1 (v/v); TSEB – terra de subsolo + esterco bovino 1:1 (v/v); SCEB – substrato comercial + esterco bovino 1:1 (v/v).

Nas condições experimentais utilizadas foi observada uma mortalidade total de 101 mudas, que equivale a 13,35% do total produzido. Desse total, destaca-se a mortalidade das

mudas produzidas nos substratos SC e SCEB, com 85 (84,15%) e 9 (0,09%), respectivamente, nos quais foi registrado mortalidade de mudas em todos os momentos de observação. Morreram 41 mudas quando cultivadas em pleno sol, 31 em ambiente telado com Sombrite® 50% e 29 em ambiente com Sombrite® 80%.

A alta mortalidade das mudas produzidas com o substrato SC pode estar relacionada às características físicas desse componente, como a maior porcentagem de porosidade total e espaço de aeração; e aos menores valores de densidade seca e de capacidade de retenção de água a 50 cm de coluna d'água, comparados aos outros substratos (Tabela 3). Essa combinação de características pode contribuir para intensificar uma maior drenagem, refletindo em uma maior dificuldade desse substrato em reter umidade necessária ao estabelecimento e crescimento das mudas de *D. wilsonii* nesse substrato.

4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e das condições experimentais adotadas, conclui-se que:

- a) para a produção de mudas de *D. wilsonii*, a utilização de substrato composto de 50% de esterco bovino e 50% de terra de subsolo apresenta-se como uma alternativa eficiente;
- b) não houve viabilidade técnica na produção de mudas de *D. wilsonii* em recipientes de sacolas plásticas contendo substrato comercial puro;
- c) mudas de *D. wilsonii* apresentaram melhor desempenho em viveiro quando produzidas inicialmente, em ambiente sombreado e, posteriormente, em ambiente a pleno sol.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. M. Z. *et al.* Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p. 62-68, 2005.

AZEVEDO, M. I. R. **Qualidade de mudas de cedro rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e de ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.) produzidos em diferentes substratos e tubetes.** 2003. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BATISTON, D. A. *et al.* Crescimento inicial de *Machaerium* sp. (Leguminosae-Papilionoideae) em resposta a diferentes condições de sombreamento. **Revista Eletrônica de Biologia**, Sorocaba, v. 1, n. 3, p. 8-20, 2008.

BRASIL. Portaria nº 443 de 17 dez. 2014. Anexo - Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. **Diário Oficial da União**, Seção 1, nº 245, de 18 de dezembro de 2014. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=18/12/2014&jornal=1&pagina=110&totalArquivos=144>. Acesso em: 4 set. 2017.

BRISSETTE, J.C. Summary of discussion about seedling quality. In: SOUTHERN NURSERY CONFEREN- CES, Alexandria, 1984. **Proceedings**. New Orleans: USDA. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, p.127-128, 1984.

CALDEIRA, M. V. W. *et al.* Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 9, p. 27–33, 2008.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; 451 p., 1995.

CARON, B. O. *et al.* Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake. submetidas a níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.4, p.683-689, 2010.

CUNHA, A. *et al.* Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

CUNHA, A. de M. *et al.* Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 207–214, 2006.

DELARMELINA, W. M. *et al.* Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 2, p. 224–233, 2014.

DELARMELINA, W. M. *et al.* Uso de resíduo orgânico em substrato para produção de *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip var. *latistipula* (Benth.). **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 3, p. 429–437, 2015.

DICKSON, A. *et al.* Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v.36, n.1, p.10-13, 1960.

DUTRA, T. R. *et al.* Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p.321- 329, 2012.

FERNANDES, F. M.; REGO, J. O. *Dimorphandra wilsonii* Rizzini (Fabaceae): distribution, habitat and conservation status. **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 28, n. 3, p. 434–444, 2014.

FIGLIOLIA, M. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Considerações práticas sobre o teste de germinação. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Manual técnico de sementes florestais**. Série Registros, n. 14. São Paulo: Instituto Florestal, p.45-59, 1995.

FONSECA, É. de P. *et al.* Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume,

produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515–523, 2002.

FONSECA, M. B. **Interações bióticas e nitrogênio amoniacal no crescimento inicial de *Dimorphandra wilsonii* Rizz.** 2013. 103 f. Tese (Doutorado em Biologia vegetal) – Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica -Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FONSECA, M. B. *et al.* Crescimento inicial de *Dimorphandra wilsonii* (Fabaceae - Caesalpinioideae) em diferentes condições de fertilidade em solo de cerrado. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 24, n. 2, p. 322–327, 2010.

FREITAS, V. L. O. *et al.* Biometria de frutos e sementes e germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. e *Dimorphandra wilsonii* Rizz. (Fabaceae – Caesalpinioideae). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.37, n.81, p.27-35, 2009.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K.** 2001. 166f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GONÇALVES, J. L. M. *et al.* Produção. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 309-350, 2000.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN) - **Red List of Threatened Species**. (2006). Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes.1928.

LENHARD, N. R. *et al.* Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.

LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Caracterização morfológica de sementes, plântulas e da germinação de *Dimorphandra wilsonii* Rizz. – Faveiro-de-Wilson (Fabaceae - Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 96-101, 2008.

MENDIBURU, F. **Agricolae: statistical procedures for agricultural research**. R package version 1.2-1, 2014.

MARTINS, E. M. *et al.* **Plano de ação nacional para a conservação do Faveiro-de-Wilson (*Dimorphandra wilsonii* Rizzini)**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2014.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 17, de 21 de maio de 2007**. Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos, na forma do Anexo à presente Instrução Normativa. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumosagropecuarios/insumosagricolas/fertiliz>

antes/legislacao/in-17-de-21-05-2007aprovametodo-substrato.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2017.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 31, de 23 de outubro de 2008**. Altera os subitens 3.1.2, 4.1 e 4.1.2, do Anexo à Instrução Normativa SDA nº 17, de 21 de maio de 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumosagropecuarios/insumosagricolas/fertilizantes/legislacao/in-31-de-23-10-2008-altera-metodo-substrato.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

MENDONÇA, M. P., LINS, L. **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da Flora de Minas Gerais**. Fundação Biodiversitas e Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte. Belo Horizonte, 2000.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., Curitiba. **Anais**. Curitiba: FUPEF, 1981, p.59-90.

PIMENTEL, L. D. *et al.* Substrate, lime, phosphorus and topdress fertilization in macau palm seedling production. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 2, p. 235–244, 2016.

PRESTES, M. T. **Efeitos de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço nutricional de mudas do Angico (*Anadenanthera macrocarpa*)**. 2007. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 53, p. 179-194, 2006.

REIS, S.M. *et al.* Influência do sombreamento no desenvolvimento inicial e eficiência no uso de nutrientes de *Dilodendron bipinnatum* Radlk (Sapindaceae). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.43, p.581-590, 2015.

RIZZINI, C.T. Espécies novas de árvores do planalto central brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v.41, n.2, p.240-241, 1969.

SANTOS, C. B. *et al.* Efeito do volume de tubetes e tipo de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (LF) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1–15, 2000.

SCALON, S. de P. Q. *et al.* Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 753–758, 2003.

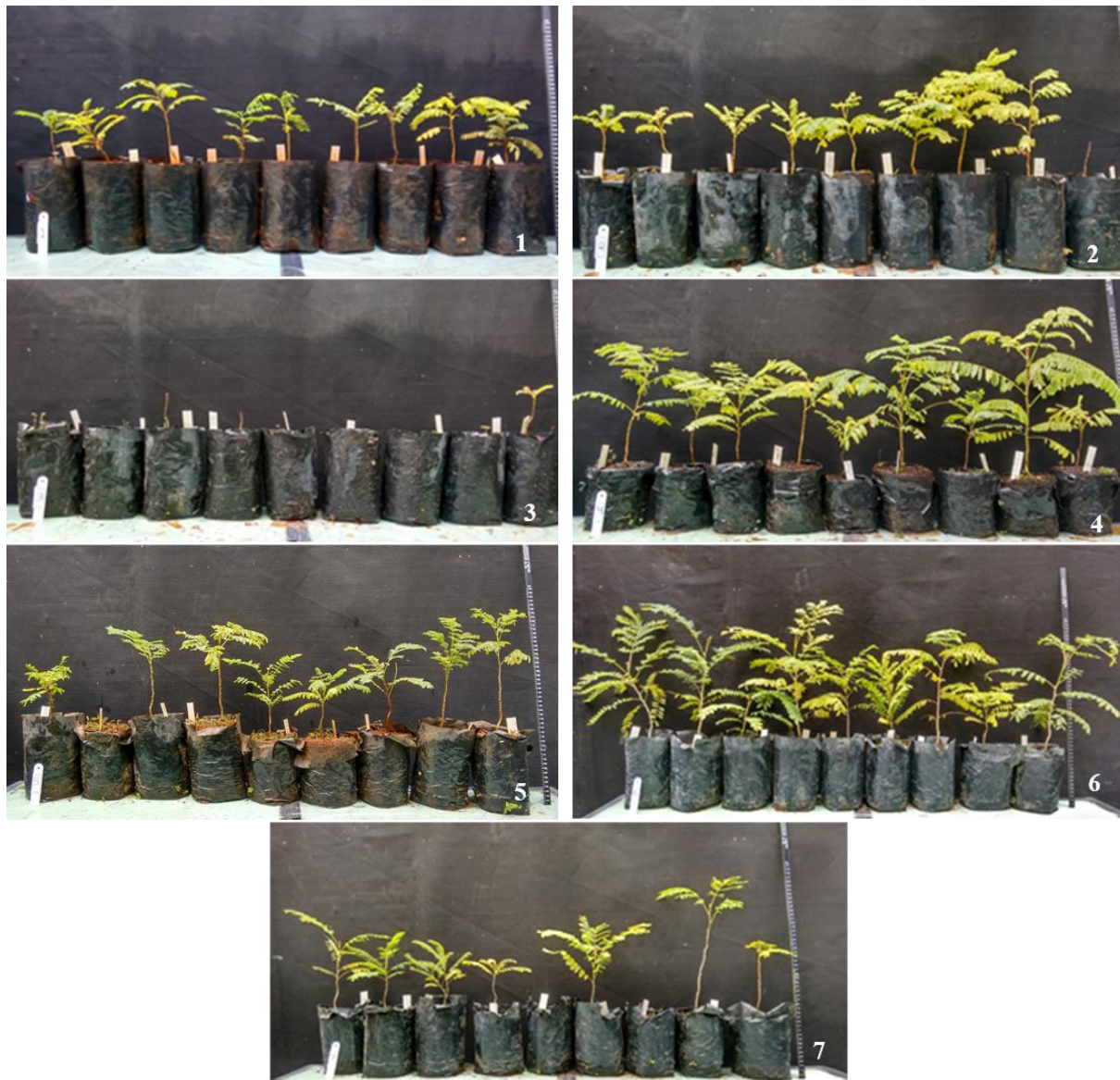
SILVA, B. M. da S. *et al.* Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1019–1026, 2007.

SOUZA, A. S. *et al.* Desenvolvimento inicial de plântulas de tamboril [*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong] em diferentes níveis de intensidade luminosa. **Informativo ABRATES**, v. 23, n. 3, 2013.

TRAZZI, P.A. *et al.* Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 96, p. 455–462, 2012.

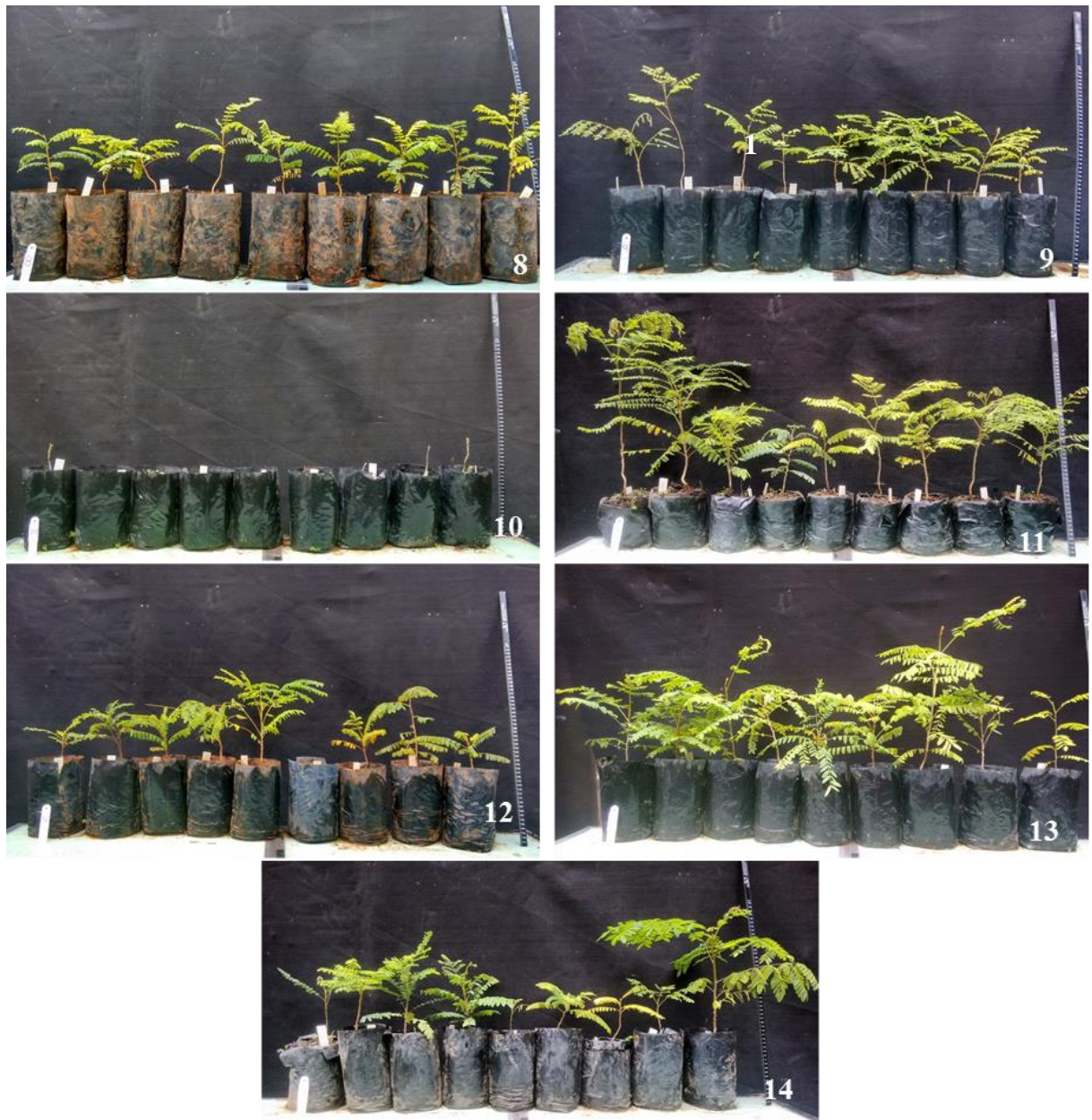
APÊNDICES

APÊNDICE I



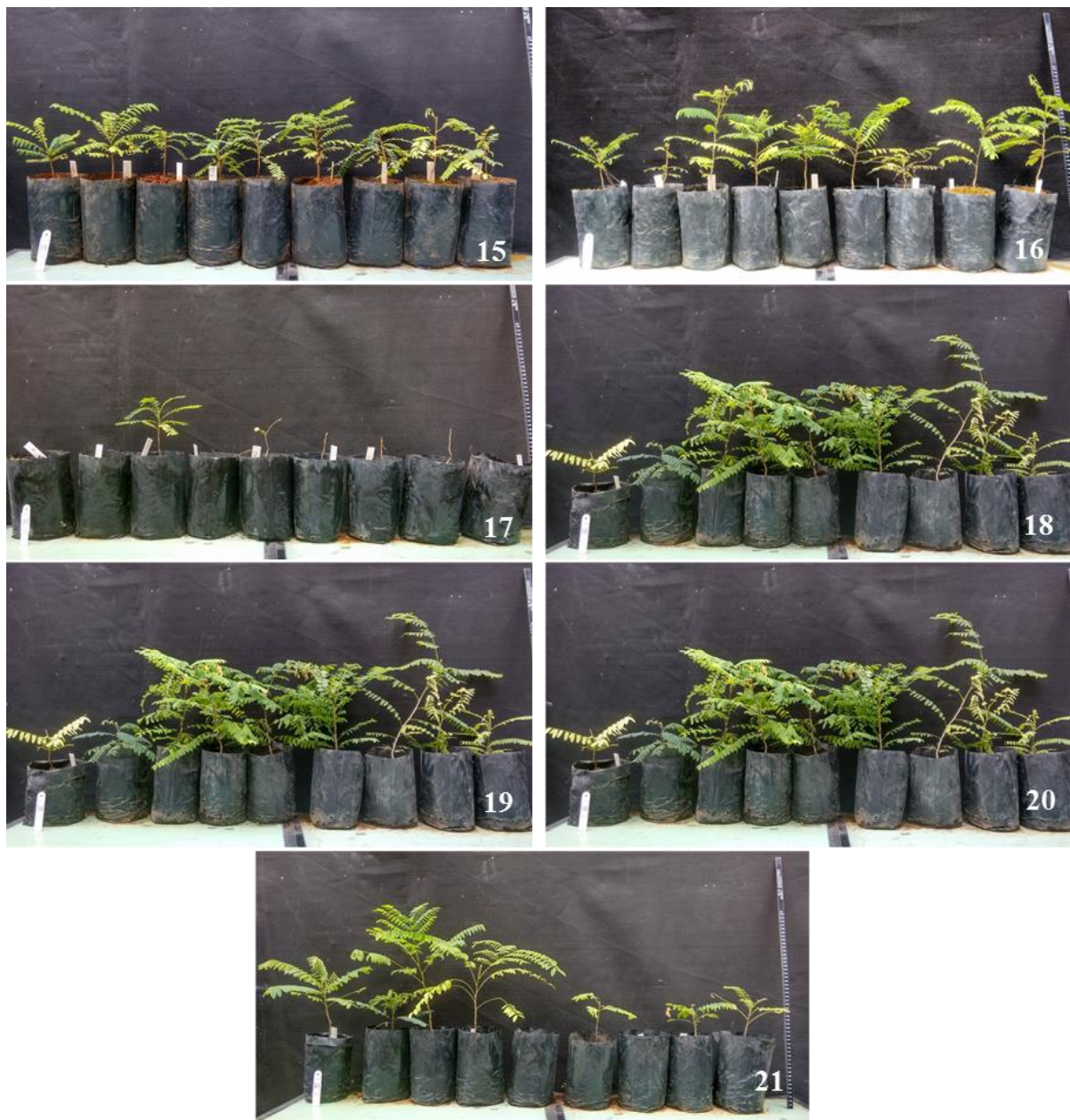
Nota: Mudas de *D. wilsonii* aos 180 dias após o transplântio produzidas em ambiente de pleno soleil diferentes substratos: 1) Terra de Paraopeba; 2) Terra de subsolo; 3) Substrato comercial BIOPLANT; 4) Esterco bovino; 5) Terra de Paraopeba + esterco bovino; 6) Terra de subsolo + esterco bovino; 7) Substrato comercial BIOPLANT + esterco bovino. Belo Horizonte - MG.

APÊNDICE II



Nota: Mudas de *D. wilsonii* aos 180 dias após o transplântio produzidas em ambiente de meia sombra sob tela Sombrite® 50% em diferentes substratos: 8) Terra de Paraopeba; 9) Terra de subsolo; 10) Substrato comercial BIOPLANT; 11) Esterco bovino; 12) Terra de Paraopeba + esterco bovino; 13) Terra de subsolo + esterco bovino e 14) Substrato comercial BIOPLANT + esterco bovino. Belo Horizonte - MG.

APÊNDICE III



Nota: Mudanças de *D. wilsonii* aos 180 dias após o transplante produzidas em ambiente de sombra sob tela Sombrite® 80% em diferentes substratos: 15) Terra de Paraopeba; 16) Terra de subsolo; 17) Substrato comercial BIOPLANT; 18) Esterco bovino; 19) Terra de Paraopeba + esterco bovino; 20) Terra de subsolo + esterco bovino e 21) Substrato comercial BIOPLANT + esterco bovino. Belo Horizonte - MG.

APÊNDICE IV



Nota: Nódulos radiculares formados por colônias de bactérias diazotróficas responsáveis por fixação biológica de nitrogênio.