

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
NÍVEL MESTRADO**

MARCELO BORTOLI ULIANA

**SUBSTRATOS E FERTIRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan e *Cedrela odorata* L.**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
AGOSTO/2009

MARCELO BORTOLI ULIANA

**SUBSTRATOS E FERTIRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan e *Cedrela odorata* L.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Nível Mestrado, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. MARLENE DE MATOS MALAVASI.

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

AGOSTO/2009

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR.,  
Brasil)

U39s Uliana, Marcelo Bortoli  
Substrato e frequência de fertirrigação na produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan e *Cedrela odorata* L. / Marcelo Bortoli Uliana - Marechal Cândido Rondon, 2009. 72 p.

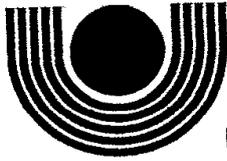
Orientadora: Prof. Dr. Marlene de Matos Malavasi

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2009.

1. Angico vermelho - Produção de mudas. 2. Cedro rosa - Produção de mudas. 3. Produção de mudas - Fertirrigação. 4. Mudas Florestais. 5. *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. 6. *Cedrela odorata* L. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

CDD 21.ed. 631.53  
CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborada por Marcia Elisa Sbaraini Leitzke CRB-9/539



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Campus de Marechal Cândido Rondon

Rua Pernambuco, 1777 – CEP 85960-000 – Marechal Cândido Rondon – PR  
Fone / Fax (0\*\*45) 254-3216 – <http://www.unioeste.br>

*Ata da reunião da Comissão Julgadora da Defesa de Dissertação do Engenheiro Agrônomo MARCELO BORTOLI ULIANA.*

Ata da reunião da Comissão Julgadora da Defesa de Dissertação do Engenheiro Agrônomo **MARCELO BORTOLI ULIANA**. Aos oito dias do mês de agosto do ano de 2009, às 09:00 horas, sob a presidência da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene de Matos Malavasi, em sessão pública reuniu-se a Comissão Julgadora da defesa da Dissertação do Engenheiro Agrônomo **MARCELO BORTOLI ULIANA**, aluno do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Agronomia – Nível Mestrado e Doutorado com área de concentração em **“PRODUÇÃO VEGETAL”**, visando à obtenção do título de **“MESTRE EM AGRONOMIA”**, constituída pelos membros: Dr. César José da Silva (EMBRAPA), Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene de Matos Malavasi.

Iniciados os trabalhos, o candidato apresentou seminário referente aos resultados obtidos e submeteu-se à defesa de sua Dissertação, intitulada: **“Substratos e fertirrigação na produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan e *Cedrella odorata* L.”**.

Terminada a defesa, procedeu-se ao julgamento dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

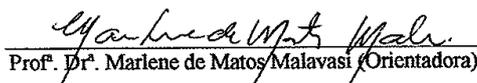
Dr. César José da Silva.....Aprovada  
Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi.....Aprovada  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene de Matos Malavasi (Orientadora).....Aprovada

Apurados os resultados, verificou-se que o candidato foi habilitado, fazendo jus, portanto, ao título de **“MESTRE EM AGRONOMIA”**, área de concentração: **“PRODUÇÃO VEGETAL”**. Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Comissão Julgadora.

Marechal Cândido Rondon, 08 agosto de 2009.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. César José da Silva

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene de Matos Malavasi (Orientadora)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, pela saúde e por esta conquista em minha vida.

Aos meus pais, Aristeo e Leânia, pela minha vida e pelos exemplos de vida e honestidade. Aos meus irmãos, Márcia, Marcos e Marciano, pela compreensão.

Em especial, à minha filha Ingrid pela ausência na sua fase inicial da vida, mas sei da plena importância desse trabalho e da minha carreira profissional para seu futuro.

A Elen Patrícia pela compreensão, incentivo, carinho, atenção e por acreditar em mim ajudando assim, a desenvolver este trabalho.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em especial ao curso de Agronomia, pela formação e conhecimento concedido a minha pessoa para a, obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

A professora Dra. Marlene de Matos Malavasi pela oportunidade, orientação, atenção e ensinamentos adquiridos durante toda a graduação e no desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Aos professores Ubirajara Contro Malavassi e Vandeir Francisco Guimarães pelo auxílio, companheirismo e conhecimentos adquiridos durante todo o curso.

Ao departamento de Pós-graduação de Agronomia do *Campus* de Marechal Cândido Rondon da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), pela oportunidade.

A todos os professores do programa de Pós-graduação da UNIOESTE, que de uma forma contribuíram para a concretização do trabalho.

Ao Núcleo de Estações Experimentais pela estrutura, funcionários e área oportunizados.

A todos os colegas que de forma indireta ou diretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

O meu muito obrigado.

## RESUMO

ULIANA, Marcelo Bortoli. Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE, agosto de 2009. SUBSTRATO E FREQUÊNCIA DE FERTIRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan; *Cedrela odorata* L.

Professora Orientadora: Dra. Marlene de Matos Malavasi

A crescente demanda por mudas de espécies florestais nativas tem exigido pesquisas relacionadas ao uso de substratos e fertirrigação, capazes de proporcionar mudas que apresentem elevadas taxas de crescimento inicial e de sobrevivência após o plantio ao menor custo possível. Neste contexto, este trabalho pretendeu contribuir para identificar a melhor frequência de fertirrigação, melhor substrato bem como o tempo de permanência das mudas das espécies de angico e cedro rosa. O estudo foi realizado na Estação Experimental da UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, PR. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em arranjo de parcelas subdivididas, tendo como parcela principal as quatro frequências de fertirrigação (0; 7; 14 e 21 dias) e nas subparcelas os quatro tipos de substratos (Substrato comercial, Mistura de BCD+H (7:3 v:v); Mistura de BCD+V+A, (7:2:1 v:v:v); e Mistura de BCD+V (7:3 v:v)), com quatro repetições. Foram avaliadas a altura de planta, diâmetro do coleto, área foliar, massa seca da parte aérea, raiz e total, relação parte aérea/raiz, índice de qualidade de DICKSON, taxa de crescimento absoluto e condutividade do substrato. Estes parâmetros foram avaliados aos 50, 80, 110, 140 e 170 dias após emergência das plântulas. Através da análise dos resultados obtidos, concluiu-se que para o melhor desenvolvimento de mudas de angico e cedro rosa recomenda-se fazer a fertirrigação a cada 14 dias, uma vez que o intervalo apresentou melhores resultados em vários parâmetros. As mudas de angico podem ir para o campo após os 140 dias enquanto as mudas de cedro podem ir aos 110 dias. A mistura de bagaço de cana decomposto mais húmus (7:3; v:v) proporcionou o melhor desenvolvimento das mudas de *A. macrocarpa* (angico vermelho) e de *C. odorata* (cedro rosa).

Palavras-Chave: *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan; *Cedrela odorata* L.; fertirrigação; produção de mudas, manejo de viveiros.

## ABSTRACT

ULIANA, Marcelo Bortoli. State University of West of Paraná- UNIOESTE, August 2009. SUBSTRATE AND FREQUENCY OF THE PRODUCTION OF AND SEEDLINGS OF *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan; *Cedrela odorata* L .

Teacher Advisor: Dr. Marlene de Matos Malavasi

The growing demand for seedlings of forest native sorts has been demanding inquiries made a list to the use of substrates and fertirrigação, able to provide seedlings that present elevated rates of initial growth and of survival after the planting to the least possible cost. In this context, this work intended to contribute to identify the best frequency of fertirrigação, better substrate as well as the time of permanence of the seedlings of the sorts of angico and cedro rosa. The study was carried out in the Experimental Station of the UNIOESTE, Campus of Marechal Candido Rondon, PR. The experimental used delineation was in blocks at random, in arrangement of subdivided pieces, taking four frequencies as a principal piece of fertirrigação (0; 7; 14 and 21 days) and in the subpieces four types of substrates (commercial Substrate, Mixture of BCD H (7:3 v:v); Mixture of BCD V TO, (7:2:1 v:v:v); and Mixture of BCD V (7:3 v:v)), with four repetitions. They were valued the height of plant, diameter of I collect, foliaceous area, dry mass of the air part, root and total, relation breaks air / root, quality rate of DICKSON, rate of absolute growth and condutividade of the substrate. These parameters were valued to 50, 80, 110, 140 and 170 days after emergence of the plantules. Through the analysis of the obtained results, it was ended that for the best development of seedlings of angico and pink cedar recommends to itself to do the fertirrigação to each 14 days, as soon as the interval presented better results in several parameters. The seedlings of angico can go for the field after 140 days while the seedlings of cedar can go to 110 days. The mixture of pulp of cane when more humus (7:3 was analysed; v:v) it provided the best development of the seedlings *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan; (angico vermelho) and of *Cedrela odorata* L (cedro rosa).

Key words: *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan; *Cedrela odorata* L.; fertilization, seedlings production, handling of nurseries.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características físico-químicas dos diferentes substratos utilizados na produção de mudas de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) e de cedro (*Cedrela odorata*) .....24
- Tabela 2.** Teores de macro e micronutrientes da solução recomendados para a fertirrigação das espécies de *Eucalyptus* sp e *Pinus* sp. e os teores aplicados no presente experimento.....25
- Tabela 3.** Altura da muda (cm) de *A. macrocarpa* e *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de irrigação e do tipo do substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 .....31
- Tabela 4.** Altura da muda (cm) de *A. macrocarpa* aos 170 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009.....33
- Tabela 5.** Diâmetro de coleto (mm) das mudas de *A. macrocarpa* e *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009.....34
- Tabela 6.** Diâmetro de coleto (mm) em mudas de *A. macrocarpa* aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 .....36
- Tabela 7.** Área foliar (cm<sup>2</sup>) de mudas de *A. macrocarpa* e *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 .....37
- Tabela 8.** Área foliar (cm<sup>2</sup>) de mudas de *A. macrocarpa* aos 140 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009.....38
- Tabela 9.** Área foliar (cm<sup>2</sup>) de mudas de *A. macrocarpa* aos 170 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009.....38

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 10.</b> Área foliar (cm <sup>2</sup> ) de mudas de <i>C. odorata</i> aos 140 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009.....  | 39 |
| <b>Tabela 11.</b> Área foliar (cm <sup>2</sup> ) de mudas de <i>C. odorata</i> aos 170 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009.....  | 39 |
| <b>Tabela 12.</b> Massa seca da parte aérea (g planta <sup>-1</sup> ) de mudas de <i>A. macrocarpa</i> e <i>C. odorata</i> durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 ..... | 40 |
| <b>Tabela 13.</b> Massa seca da parte aérea (g planta <sup>-1</sup> ) de mudas de <i>A. macrocarpa</i> aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009.....                          | 41 |
| <b>Tabela 14.</b> Massa seca de raízes (g planta <sup>-1</sup> ) de mudas de <i>A. macrocarpa</i> e <i>C. odorata</i> durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 .....      | 42 |
| <b>Tabela 15.</b> Massa seca de raiz (g planta <sup>-1</sup> ) de mudas de <i>A. macrocarpa</i> aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009.....                                 | 44 |
| <b>Tabela 16.</b> Massa seca total (g planta <sup>-1</sup> ) de <i>A. macrocarpa</i> e <i>C. odorata</i> durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 .....                   | 44 |
| <b>Tabela 17.</b> Massa seca total (g planta <sup>-1</sup> ) de <i>A. macrocarpa</i> aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009.....  | 47 |
| <b>Tabela 18.</b> Relação parte aérea/raiz de plantas de mudas de <i>A. macrocarpa</i> e <i>C. odorata</i> ) durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 .....               | 47 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 19.</b> Índice de qualidade Dickson de mudas de <i>A. macrocarpa</i> e <i>C. odorata</i> durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009.....  | 49 |
| <b>Tabela 20.</b> Índice de qualidade Dickson de mudas de <i>A. macrocarpa</i> aos 50 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 .....  | 51 |
| <b>Tabela 21.</b> Índice de qualidade Dickson de mudas de <i>A. macrocarpa</i> aos 80 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 .....  | 51 |
| <b>Tabela 22.</b> Índice de qualidade Dickson de mudas de <i>A. macrocarpa</i> aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 .....   | 51 |
| <b>Tabela 23.</b> Índice de qualidade Dickson de mudas de <i>A. macrocarpa</i> aos 140 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 .....   | 52 |
| <b>Tabela 24.</b> Taxa de crescimento absoluto ( $\text{g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) de plantas de <i>A. macrocarpa</i> e <i>C. odorata</i> durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009..... | 52 |
| <b>Tabela 25.</b> Condutividade do substrato ( $\text{mS cm}^{-2}$ ) cultivado com plantas de <i>A. macrocarpa</i> e <i>C. odorata</i> durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009.....            | 54 |
| <b>Tabela 26.</b> Condutividade do substrato ( $\text{mS cm}^{-2}$ ) cultivado com mudas de <i>A. macrocarpa</i> aos 50 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 .....                                      | 55 |
| <b>Tabela 27.</b> Condutividade do substrato ( $\text{mS cm}^{-2}$ ) cultivado com mudas <i>A. macrocarpa</i> aos 80 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 .....   | 56 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 28.</b> Condutividade do substrato ( $\text{mS cm}^{-2}$ ) cultivado com mudas de <i>A. macrocarpa</i> aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 ..... | 56 |
| <b>Tabela 29.</b> Condutividade do substrato ( $\text{mS cm}^{-2}$ ) cultivado com mudas de <i>A. macrocarpa</i> aos 140 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009 ..... | 56 |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....                       | <b>11</b> |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....            | <b>13</b> |
| 2.1 AS FLORESTAS NO BRASIL.....                 | 14        |
| 2.2 SUBSTRATOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS.....    | 15        |
| 2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS E A FERTIRRIGAÇÃO .....   | 16        |
| 2.4 ESPÉCIES NATIVAS .....                      | 20        |
| 2.4.1 Cedro rosa .....                          | 20        |
| 2.4.2 Angico vermelho .....                     | 21        |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....               | <b>23</b> |
| 3.1 LOCAL.....                                  | 23        |
| 3.2 MATERIAL VEGETAL .....                      | 23        |
| 3.3 SUBSTRATO.....                              | 24        |
| 3.4 FERTIRRIGAÇÃO .....                         | 25        |
| 3.5 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO ..... | 26        |
| 3.6 AVALIAÇÕES.....                             | 27        |
| 3.6.1 Altura da planta .....                    | 27        |
| 3.6.2 Diâmetro de coleto .....                  | 27        |
| 3.6.3 Área foliar.....                          | 27        |
| 3.6.4 Massa seca.....                           | 28        |
| 3.6.5 Razão raiz e parte aérea.....             | 28        |
| 3.6.6 Índice de qualidade de DICKSON.....       | 28        |
| 3.6.7 Taxa de Crescimento absoluto .....        | 28        |
| 3.6.8 Condutividade do Substrato.....           | 29        |
| 3.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....              | 29        |
| 3.8 ANÁLISE DOS DADOS .....                     | 30        |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....           | <b>31</b> |
| 4.1 Altura de muda .....                        | 31        |
| 4.2 Diâmetro do coleto.....                     | 34        |
| 4.3 Área foliar .....                           | 36        |
| 4.4 Massa seca da parte aérea – MSPA .....      | 39        |
| 4.6 Massa seca da raiz – MSR .....              | 42        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.7 Massa seca total.....                     | 44        |
| 4.8 Relação parte área e raiz .....           | 47        |
| 4.9 Índice de qualidade de Dickson .....      | 49        |
| 4.10 Taxa de crescimento absoluto .....       | 52        |
| 4.11 Condutividade elétrica do substrato..... | 53        |
| <b>5 CONCLUSÕES .....</b>                     | <b>57</b> |
| <b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>     | <b>58</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro é considerado um dos mais avançados do mundo tecnologicamente. A busca de maior uniformidade e expressão em plantios, árvores com características que suprem a demanda por qualidade das indústrias e de reflorestamento foram fatores que contribuíram para o grande crescimento da atividade. Entretanto, o êxito de um reflorestamento depende diretamente da qualidade das mudas produzidas.

Um dos maiores problemas encontrados nos viveiros de plantas é o alto custo de produção das mudas. Isso se deve em parte ao tempo de desenvolvimento das plantas e, conseqüente, maior gasto com insumos (defensivos e fertilizantes), mão-de-obra e equipamentos. Nesse contexto, a prática de adubações, além de constituir num fator indispensável para o desenvolvimento das mudas, acelera consideravelmente o crescimento, reduzindo os custos de produção. A eficiência das adubações, principalmente daquelas realizadas em cobertura, dependem basicamente das doses e fontes dos adubos utilizados, da capacidade de troca catiônica e das características físicas do substrato (MUNIZ et al.1995).

A prática da fertirrigação tem-se mostrado mais eficiente no fornecimento de nutrientes para diversas culturas, com uma série de vantagens sobre a forma tradicional. Essa técnica utiliza os mesmos equipamentos de irrigação, possibilitando dosar e fracionar a aplicação de fertilizantes da maneira desejada, com economia de mão-de-obra, redução da lixiviação e melhor distribuição dos nutrientes no perfil do solo. No entanto esta técnica esta pouca difundida nos processos de produção de mudas de espécies florestais. Embora seja uma técnica viável utilizada com sucesso em diversos países são desenvolvidos poucos trabalhos nessa área no Brasil.

As condições de viveiro na produção de mudas em recipientes rígidos são diferentes daquelas em produção de mudas em sacos plásticos, principalmente com relação a perdas de nutrientes por erosão e lixiviação, que são menos evidentes nos recipientes flexíveis. Observa-se, então, que as recomendações existentes para o os recipientes rígidos devem servir apenas como referencial, havendo, portanto, necessidade de obtenção de informações específicas para esse sistema de cultivo, o qual tem sido trabalhado de forma empírica.

Outro fator muito importante na produção de mudas florestais é o meio de crescimento das mudas. Estes são na maioria das vezes constituídos por resíduos de processos industriais. Diversos materiais orgânicos e inorgânicos têm sido utilizados, para a formulação de substratos, para a produção de mudas, havendo necessidade de se determinar os mais apropriados para cada espécie, de forma a atender sua demanda quanto ao fornecimento de nutrientes e propriedades físicas como retenção de água, aeração, facilidade para penetração de raízes, ocorrência de doenças etc. O substrato precisa também ser um material abundante na região e ter baixo custo, razão pela qual geralmente se utilizam resíduos industriais.

As espécies *Anadenanthera macrocarpa* e *Cedrela odorata* L. popularmente conhecidos como angico vermelho e cedro rosa, são pertencente ao estágio suseccional ou grupo ecológico das secundárias iniciais. Este grupo geralmente apresenta ampla capacidade de adaptação em ambientes degradados e em áreas de mata ciliares, altos índices de germinação além de não possuírem dormência, crescimento rápido que se desenvolvem em clareiras pequenas ou mais, raramente, no sub-bosque, em sombreamento, podendo também ocorrer em áreas de antigas clareiras, próximas às espécies pioneiras.

Neste contexto, este trabalho contribuiu para identificar a melhor frequência de fertirrigação, melhor substrato bem como o tempo de permanência das mudas das espécies de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan e *Cedrela odorata* L. na produção de mudas em viveiro de tubetes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Mudas de boa qualidade apresentam maior potencial de sobrevivência e crescimento após o plantio, muitas vezes dispensando o replantio e reduzindo a demanda por tratamentos culturais de manutenção. Uma muda de boa qualidade deve-se apresentar vigorosa, com folhas de tamanho e coloração típicas de cada espécie; e ainda em bom estado nutricional. O padrão de qualidade de mudas varia entre as espécies, sendo que o objetivo é alcançar qualidade em que as mudas apresentem capacidade de oferecer resistência às condições adversas que podem ocorrer após o plantio (CARNEIRO, 1995).

Vários fatores afetam a qualidade de mudas, dentre eles se podem citar: qualidade da semente, tipo de recipiente, substrato, adubação e manejo das mudas em geral. Segundo Gonçalves et al. (2000), o bom entendimento da nutrição das mudas e o uso de substratos de cultivo apropriado são fatores essenciais para definição de uma adequada recomendação de fertilização.

Devido ao fato de as espécies florestais possuírem exigências nutricionais bastante distintas entre si, nota-se grande repercussão sobre as diretrizes a serem adotadas no planejamento da fertilização a ser realizada. Tendo em vista esse fato, Cruz et al. (2006) relatam que a fertilização tem sido de fundamental importância na produção de mudas de boa qualidade silvicultural, influenciando, assim, na capacidade de adaptação e crescimento.

Existe grande dificuldade de se fazerem recomendações de fertilização específicas para cada espécie, em virtude da grande diversidade de espécies. Dessa forma, têm sido adotadas recomendações que assegurem o suprimento de nutrientes das mais exigentes, tendo, assim, as demais espécies a sua demanda atendida. O aspecto nutricional na produção de mudas deve ser considerado criteriosamente para que as mudas não venham a ter seu crescimento prejudicado pela falta ou desbalanço de nutrientes (GONÇALVES et al., 2000). Os referidos autores ressaltaram ainda que espécies classificadas como pioneiras e secundárias iniciais, por possuírem maiores taxas de crescimento, vão ter por isso mesmo maior demanda por nutrientes e também maior capacidade de absorção e de acumulação de nutrientes nos tecidos vegetais, devendo, então, receber uma recomendação de fertilização mais criteriosa, por vezes mais elevada do que as demais classes.

Atualmente são realizados poucos estudos que estabelecem padrões, quanto às demais formas de adubações e substratos para produção de mudas de espécies florestais em tubetes, com exceção das mudas do gênero *Eucaliptus* e *Pinus*.

## 2.1 AS FLORESTAS NO BRASIL

O setor florestal brasileiro conta com aproximadamente 530 milhões de hectares de florestas nativas, 43,5 milhões de hectares em unidades de conservação federal e 5 milhões de hectares de florestas plantadas, principalmente com os gêneros *Pinus* e *Eucalipto*. As florestas plantadas estão distribuídas estrategicamente, em sua maioria, nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo. Essas florestas visam à garantia do suprimento de matéria-prima para as indústrias de papel e celulose, siderurgia a carvão vegetal, lenha, serrados, compensados, lâminas e painéis reconstituídos (aglomerados, chapas de fibras e MDF) de acordo com BRASIL et al. (2003).

Apesar da participação das plantações florestais estarem aumentando em todos os segmentos em relação às florestas nativas, o setor acredita que com base nas expectativas de crescimento de demanda, haverá uma necessidade de plantio em torno de 630 mil hectares ao ano. Os produtos não madeireiros vêm consolidando posições de destaque no setor florestal e na economia brasileira, em decorrência do grande crescimento da produção na última década. Os principais motivos desse crescimento foram: à instalação de novas unidades produtoras, a busca de novas tecnologias e a modernização do pátio industrial (BRASIL et al, 2003).

Além da importância econômica, a exploração madeireira correlaciona-se com o processo de degradação das formações ciliares em desrespeito da legislação, que torna obrigatória a preservação das matas ciliares, resultando em vários problemas ambientais. As matas ciliares funcionam como filtros, retendo defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam transportados para os cursos d'água, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água e conseqüentemente a fauna aquática e a população humana. Em regiões com topografia acidentada, exercem a proteção do solo contra os processos erosivos (MACEDO, 2003).

## 2.2 SUBSTRATOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS

A formação de mudas florestais de boa qualidade envolve os processos de germinação de sementes, iniciação radicular e formação do sistema radicular e parte aérea que estão diretamente relacionados com características que definem o nível de eficiência dos substratos, tais como: aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes. Por sua vez, as características dos substratos são altamente correlacionadas entre si: a macroporosidade com aeração e drenagem, e a microporosidade com a retenção de água e nutrientes (CARNEIRO, 1995).

Na escolha de um meio de crescimento, devem ser observadas características físicas e químicas relacionadas com a espécie, além de aspectos econômicos. De acordo com Kämpf (1992), o meio ideal de crescimento deve apresentar: homogeneidade; baixa densidade; boa porosidade; ter boa capacidade de campo e boa capacidade de troca catiônica; deve ser isento de pragas, organismos patogênicos e de sementes estranhas. No viveiro, o substrato deve: apresentar resistência ao desenvolvimento de pragas e doenças; ser operacionável a qualquer tempo; abundante e economicamente viável, assim como apresentar boa adesão entre as partículas ou aderência junto às raízes e ser preferencialmente um meio estéril.

Kämpf (1992) relatou que é difícil encontrar um material que, isoladamente, atenda a todas as exigências da espécie a ser cultivada. Por essa razão, normalmente incorporam-se aos substratos, materiais melhoradores de suas características físicas e/ou químicas. Estes materiais, denominados condicionadores e integram a mistura em proporções menores do que 50%. De modo geral, pode-se dizer que é preferível a mistura de dois ou mais materiais para a obtenção de um substrato adequado e de boa qualidade. Além disso, a escolha dos materiais utilizados deve considerar a espécie a ser cultivada, as condições de produção (sistema de irrigação, fertilização e tamanho de recipiente), a disponibilidade e preço do material, além de aspectos técnicos relacionados ao seu uso.

Entre materiais freqüentemente utilizados como substrato, cita-se: casca de arroz carbonizada (LUCAS et al., 2002), esterco bovino (CAVALCANTI et al., 2002), bagaço de cana (MELO et al., 2003), composto orgânico (TRINDADE et al., 2001),

cama de frango e moinha de café (Andrade Neto et al., 1999), casca de Acácia-negra (Souza et al., 2003), e húmus de minhoca (LIMA et al., 2001)

Destacam-se como substratos que podem ser usados na produção de mudas de espécies florestais: vermiculita, composto orgânico, esterco bovino, moinha de carvão, terra de subsolo, areia, casca de árvores, composto de lixo, terra de mato, serragem, bagaço de cana, acículas de *Pinus sp.* e turfa (FONSECA, 1998).

Carneiro (1995) citou que a casca de *Pinus sp.* bioesterelizada, com granulometria inferior a 5 mm, misturada com vermiculita na proporção de 4:1, constitui uma boa opção de substrato para a produção de mudas de *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.*

Segundo Rivadeneira (1995) a vermiculita é um elemento de origem mineral, constituída de lâminas justapostas, que se expandem quando submetidas a determinadas temperaturas, ocorrendo aumento considerável entre suas camadas. Depois de expandida, a vermiculita apresenta grande aumento na sua capacidade de retenção de água, de ar e nutrientes transferíveis para as plantas. Depois do processo de industrialização se torna um material leve, puro, esterilizado, não combustível, insolúvel em água e solventes orgânicos, não sendo tóxica, abrasiva nem deteriorável; apresenta ainda, alta capacidade de troca catiônica e de absorção de um grande volume de água e outros líquidos.

Para Alvarenga (1999) as propriedades físicas e químicas são inerentes a cada substrato em particular, sendo que diferentes substratos apresentam propriedades diferentes. Em termos gerais e considerado como um bom substrato aquele que apresente propriedades conhecidas e constantes, que seja livre de propágulos de ervas daninhas, que apresente baixo custo e seja adequado ao cultivo de várias espécies.

### 2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS E A FERTIRRIGAÇÃO

A produção de mudas bem desenvolvidas e de boa qualidade torna-se um fator primordial para a maioria das espécies, pois condiciona uma carga genética adequada e essencial ao sucesso da cultura. Vários fatores afetam a qualidade de mudas como a qualidade da semente, o tipo de recipiente, o substrato, a adubação, e o manejo das mudas em geral. Segundo Gonçalves et al. (2000), o bom

entendimento da nutrição das mudas é um fator essencial para definição de uma adequada recomendação de adubação.

Embora alguns estudos acerca dos requerimentos nutricionais e respostas ao uso de nutrientes em espécies florestais já terem sido conduzidos, a maioria deles foram realizados em casa de vegetação (FARIA, 1992).

Uma das alternativas para aumentar a eficiência dessas adubações segundo Muniz et al (1995) seria o maior parcelamento possível, principalmente quando se trata do nitrogênio. Porém, essa prática apresenta um aumento significativo no custo operacional. Outra alternativa envolve a utilização de fontes que apresentem liberação mais lenta ou controlada dos nutrientes. Adubações de cobertura são freqüentemente utilizadas para a nutrição das mudas. Porém, adubações feitas sem nenhum critério podem se tornar mais desastrosas do que a não realização de adubações. O excesso pode resultar em plantas com crescimento foliar exagerado, crescimento desproporcional entre o sistema radicular e aéreo, efeito tóxico às plantas, sensibilidade maior ao calor. Somando-se todos estes fatores o resultado é a menor taxa de sobrevivência das plantas a campo. A lixiviação de nutrientes ocorre normalmente no solo. No caso de mudas nativas produzidas em tubetes em que o tempo de formação das mudas é muito longo, as chuvas e irrigações acabam prejudicando a formação das mudas. Portanto, há necessidade de se realizar adubações de cobertura parceladas ou a utilização de substrato que retenha por um tempo maior os nutrientes (MUNIZ et al.1995).

Devido ao fato das espécies florestais possuírem exigências nutricionais bastante distintas entre si, nota-se uma grande repercussão sobre as diretrizes a serem adotadas no planejamento da adubação a ser realizada. Tendo em vista esse fato, a adubação possui fundamental importância na produção de mudas de boa qualidade silvicultural, tendo assim grande influência na capacidade de adaptação e crescimento (CRUZ et al. 2006).

Existem grandes dificuldades com as recomendações de fertirrigação e adubação específicas para cada espécie, em virtude da grande diversidade de espécies. Dessa forma, têm sido adotadas recomendações que assegurem o suprimento de nutrientes das mais exigentes, atendendo assim as demais espécies. O aspecto nutricional na produção de mudas deve ser considerado criteriosamente para que as mesmas não venham a ter seu crescimento prejudicado pela falta ou desbalanço de nutrientes (GONÇALVES et al., 2000). Os referidos autores

ressaltaram ainda que as espécies classificadas como pioneiras e secundárias iniciais, por possuírem maiores taxas de crescimento, exigem maior demanda por nutrientes. Além disso, destacam também maior capacidade de absorção e de acumulação de nutrientes nos tecidos vegetais, sendo assim, estas devem receber uma recomendação de fertirrigação e adubação mais criteriosa, por vezes mais elevada do que as demais classes.

Segundo Carpanezzi et al. (1986), as informações sobre as exigências nutricionais de espécies florestais, em especial das espécies nativas, são escassas. Gonçalves et al. (1992), relatou que as espécies pioneiras apresentam maior eficiência nutricional no tocante ao fósforo do que as espécies climácicas. No entanto, com relação ao elemento nitrogênio e ao cálcio, tanto as pioneiras quanto as climácicas apresentam eficiência nutricional semelhante.

O uso de fertilizantes em cultivos com alta extração de nutrientes exige cautela. O suprimento inadequado de nutrientes, seja pela falta ou pelo excesso, pode provocar restrições ao crescimento das plantas e alterar relações entre biomassa aérea e radicular, bem como promover alterações entre estádios vegetativos e reprodutivos (BALIGAR & FAGERIA, 1997).

O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelas culturas, refletindo esse fato no consumo mundial do elemento em fertilizantes que supera muito as quantidades utilizadas de fósforo ou potássio. Além disso, nitrogênio e potássio são facilmente lixiviados pela sua alta solubilidade em água (RAIJ, 1991).

Uma nutrição nitrogenada adequada automaticamente melhora os teores foliares deste e de outros elementos, especialmente fósforo, aumentando conseqüentemente, o crescimento e a produção (BOVI et al, 2002).

Higashi et al. (2001) relataram que a adubação de cobertura através da fertirrigação inicia-se 30 a 40 dias após a semeadura, e visa principalmente o fornecimento de N, K e B bem como estabeleceram as faixas adequadas de macro e micronutrientes na solução nutritiva de mini/microjardim clonal de *Eucalyptus*. Neste mesmo trabalho, os autores sugeriram que a aplicação da solução nutritiva deve ser através de gotejamento; no entanto, este sistema não é aplicável para a produção de mudas florestais em tubetes. Com isso as doses utilizadas na solução nutritiva devem ser corrigidas conforme a exigência nutricional de cada espécie e da época do ano através do monitoramento nutricional, procurando correlacionar o teor foliar com a produtividade e o tamanho das mudas.

O inconveniente no uso de fórmulas é que nem sempre elas suprem as necessidades nutricionais da muda, necessitando de suplementações com adubos simples. No entanto, umas das vantagens do seu uso é a facilidade de manuseio (menor número de produtos aplicados, menor ocorrência de erro na pesagem e no controle de estoque). A quantidade de nutriente aplicada varia em função da espécie, da época do ano e do tipo de substrato. Sugere-se que as doses utilizadas durante o inverno sejam 15 a 20% maiores que as usadas no verão. As fertirrigações devem ser realizadas uma vez ao dia, na última irrigação (HIGASHI et al. 2001).

A irrigação ou fertirrigação em viveiros merecem uma atenção especial, devido ao alto consumo de água, sendo que a mesma deve ser de boa qualidade. Esta operação pode ser executada manualmente, com regadores ou mangueiras, por aspersão e por micro-aspersão. No entanto o sistema por micro-aspersão em geral é o mais indicado, em função da economia da mão-de-obra e do maior controle sobre a distribuição da água (MACEDO, 1993).

A prática da fertirrigação tem-se mostrado mais eficiente no fornecimento de nutrientes para diversas culturas (ALVARENGA, 1999). Essa técnica, utilizando os mesmos equipamentos de irrigação, possibilita dosar e fracionar a aplicação de fertilizantes da maneira desejada, com economia de mão-de-obra, redução da lixiviação e melhor distribuição dos nutrientes no perfil do solo. Segundo Raposo (1989), a fertirrigação possibilita a aplicação de adubação foliar, facilita a operação em cobertura em cultura densa, e dosa com rigor as quantidades de nutrientes de acordo com a marcha de absorção da cultura. O substrato deve ser mantido úmido, mas não encharcado. Onde o controle da fertirrigação é importante para evitar que excessos ou déficits de água e nutrientes. Estes por sua vez prejudicam a atividade fisiológica das plantas e favoreçam a ocorrência de doenças (MOTA et al,2001).

Muito pouco se sabe sobre as quantidades de fertilizantes usados, freqüência e intensidade da fertirrigação em produção de mudas florestais. Porém o estágio, a estação do ano, a taxa de evapotranspiração e a temperatura do substrato sofrem grandes variações no decorrer do ciclo de produção de mudas em geral (MACEDO, 1993).

Já quando se refere à freqüência de irrigação com os sistemas fixos, ou mesmo com os portáteis em áreas pequenas, a freqüência de fertirrigação pode ser menor. No caso da produção de mudas florestais podem ser executadas duas vezes

por dia, no início da manhã e/ou no fim da tarde, fato este justificado pela abertura e fechamento dos estômatos e conforme o desenvolvimento da planta e a demanda da atmosfera. A frequência de irrigação deve ser escolhida de forma a evitar aplicações de água superiores àquelas que produzem o escoamento de água dos recipientes a fim de evitar as perdas de nutrientes. Além do mais, em mudas em estágio inicial de desenvolvimento, as regas devem ser mais frequentes do que para as mudas desenvolvidas, devido ao efeito da rustificação destas (NICOLOSO, 2001).

## 2.4 ESPÉCIES NATIVAS

### 2.4.1 Cedro rosa

O cedro rosa (*Cedrela odorata L.*) pertencente à família Meliaceae, é uma árvore de grande porte (30-35 m de altura), de crescimento relativamente rápido tanto por semente como por estaca, podendo se comportar como espécie secundária inicial ou tardia. Ocorre tanto na floresta primária, principalmente nas bordas da mata ou clareiras, como na floresta secundária, porém nunca em formações puras, possivelmente pelos ataques severos da broca do cedro e pela necessidade de luz para desenvolver-se, dependendo, portanto, da formação de clareiras (LORENZI, 2002; ANGELINE, 2005).

Ocorre em todo o Brasil tropical em diversos tipos de vegetação com exceção do cerrado, que abrange a floresta pluvial Amazônica até as matas ciliares de diversos países da América do sul. A espécie prefere solos profundos e úmidos.

Os frutos, bem como as sementes, são dispersos, sobretudo, pela ação da gravidade e do vento. A floração e a frutificação, que se iniciam entre dez e quinze anos após o plantio, ocorrem em períodos distintos nos Estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás, Minas Gerais, Bahia, Pará, Espírito Santo e Santa Catarina. O cedro é adaptado aos tipos climáticos de Köppen denominados de temperado úmido, subtropical úmido, subtropical de altitude e tropical (MORELLATO, 1991).

As sementes de cedro não apresentam dormência e podem ser armazenadas a frio, conservando-se o poder germinativo por dois anos. Cada quilograma contém de 21.000 a 24.000 sementes (DURIGAN et al., 2002). A germinação ocorre 5 a 20 dias, após a semeadura; sendo que o período de germinação varia de 30 a 40 dias. Como espécie heliófila tardia, a planta necessita de luz, e deve ser plantada em plena abertura (100%).

A produção de mudas pode ser feita em sementeiras, para posterior repicagem, ou diretamente em recipientes (tubetes ou sacos de polietileno) contendo substrato rico em matéria orgânica, semeando duas sementes por recipiente (LORENZI, 2002) ou ainda pelo método de raiz nua (DURIGAN et al., 2002) ou propagação vegetativa com respostas satisfatórias (RODRIGUES, 1990).

O uso de sua madeira é indiscutível quanto à utilização de laminados, moveis e compensado em geral. Apresenta densidade média de  $0,55 \text{ g cm}^3$ , macia ao corte e notavelmente durável em ambiente seco. Quando enterrada ou submersa apodrece rapidamente. O alburno é branco ou rosado distinto do cerne. (LORENZI, 2002). O cedro pode ser utilizado para produção de mel como planta melífera e, por ser uma espécie ornamental, também pode ser empregada em projetos paisagísticos e arborização urbana (LORENZI, 2002). Além disso, é espécie importante para recuperação florestal de áreas degradadas e de matas ciliares, onde não ocorrem inundações (DURIGAN et al., 2002). Esta essência também é promissora para a recuperação de solos contaminados por metais pesados (MARQUES et al., 1997).

#### 2.4.2 Angico vermelho

Segundo o sistema de classificação de Cronquist, o angico vermelho pertence à família Mimosaceae e ao gênero *Anadenanthera* (LORENZI, 1992: AGUIAR et al. 1993)

O angico vermelho é uma árvore alta com tronco geralmente cilíndrico reto ou mais comumente, tortuoso. As ramificações ascendentes, tortuosas e compridas formam copa tipo guarda-chuva, encimada por folhagem verde-escura. As flores são pequenas, branco-amareladas reunidas em inflorescência em forma de longas espigas cilíndricas axilares. O angico floresce nos meses de novembro e dezembro;

o fruto é vagem plana, membranácea, coreácea, articulada de 12 a 15 cm de comprimento. A maturação ocorre nos meses de junho e julho (LORENZI, 1992).

A espécie ocorre tanto na floresta primária, principalmente floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila densa, cerrado, caatinga (AGUIAR et al 1993), e caracteriza-se por ser uma espécie heliófila, mas tolera sombreamento na fase juvenil. Seu crescimento é rápido, podendo atingir produtividade de até  $25 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ . As cêpas rebrotam após o corte, permitindo a reconstituição do povoamento. Pode ser plantada em plantio puro a pleno sol, com bom desenvolvimento e expressiva regeneração natural por sementes. Quando consorciada com espécies pioneiras ou plantada em faixas abertas em capoeira, desenvolve melhor forma de fuste. É muito utilizada em sistemas agroflorestais (LORENZI, 1992).

A casca do angico é rica em taninos sendo já amplamente utilizada em curtumes. Sua casca amarga pode ser antidesintérica e útil na cura de úlceras. A madeira dura e pesada encontra utilização na construção naval e civil, dormentes de estradas de ferro, marcenaria, carpintaria, assoalhos e tetos, lenha e carvão. No passado, madeiras mais nobres acabavam sendo utilizadas e os angicos relegados. Hoje, com a escassez das espécies utilizadas, o angico volta a figurar nas madeiras como opção para construção civil e telhados.

Aguiar et al. (1993) relataram que o angico vermelho é uma espécie rústica que se adapta a terrenos secos, podendo ser recomendada para a recuperação ambiental, já que possui um bom crescimento em solos pobres e degradados, podendo ser útil ainda na arborização urbana e no paisagismo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL

O experimento foi realizado na Estação Experimental “Prof. Dr. Antonio Carlos Pessoa”, pertencente à UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR. A área esta localizada no município de Marechal Cândido Rondon, PR, apresentando as seguintes coordenadas geográficas 24°33” latitude sul e 54° 04” longitude oeste e altitude média de 420 m.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, Subtropical Úmido (Mesotérmico), verões quentes com tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22°C), invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18°C), sem estação definida e precipitação média anual em torno de 1500 mm.

#### 3.2 MATERIAL VEGETAL

As sementes de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth Brenan) e de cedro (*Cedrela odorata* L.) foram provenientes de frutos maduros coletados em árvores-matrizes, de ocorrência espontânea, localizadas na região oeste do Paraná, localizadas em fragmentos remanescentes e faixa de proteção do lago de Itaipu. A escolha destas espécies resultou pela ocorrência na região, da facilidade de obtenção de sementes, e das estratégias de crescimento com exploração diferencial dos substratos.

Após a coleta, os frutos foram para o Laboratório de Tecnologia de Sementes e Mudanças onde as sementes foram extraídas e armazenadas em câmara com temperatura de 18°C e umidade do ar de 50% onde permaneceram até semeadura.

### 3.3 SUBSTRATO

Para estudar o comportamento das mudas de *Anadenanthera macrocarpa* e de *Cedrela odorata* foram utilizados quatro substratos: **S<sub>1</sub>**) Substrato comercial (Plantimax® HA) indicado para produção de espécies florestais, constituído principalmente por casca de pinus; **S<sub>2</sub>**) Mistura de bagaço de cana decomposto (BCD+H) e húmus comercial, na proporção 7:3 (v:v); **S<sub>3</sub>**) Mistura de bagaço de cana decomposto (BCD+V+A), vermiculita e areia, na proporção 7:2:1 (v:v:v); e **S<sub>4</sub>**) Mistura com bagaço de cana decomposto (BCD+V) e vermiculita, na proporção 7:3 (v:v).

Antecedendo a instalação do experimento foram realizadas as análises físicas e químicas dos substratos, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características físico-químicas dos diferentes substratos utilizados na produção de mudas de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) e de cedro (*Cedrela odorata*)

| Característica Física  | Diâmetro das partículas (mm)        |                  |                 |               |                                 |                |        |       |        |
|------------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------|---------------|---------------------------------|----------------|--------|-------|--------|
|                        | < 0,125                             | 0,125 a<br>0,250 | 0,250 a<br>0,50 | 0,50 a<br>1,0 | 1,0 a 2,0                       | 2,0 a 4,0      | > 4,0  |       |        |
|                        | ----- % peso -----                  |                  |                 |               |                                 |                |        |       |        |
| 1. Substrato Comercial | 3,30                                | 5,10             | 13,70           | 22,20         | 29,00                           | 25,00          | 1,70   |       |        |
| 2. Composto BCD+H      | 1,60                                | 3,30             | 15,30           | 28,50         | 26,70                           | 19,30          | 5,30   |       |        |
| 3. Composto de BCD+V+A | 1,60                                | 2,80             | 8,20            | 18,40         | 47,40                           | 20,90          | 0,70   |       |        |
| 4. Composto de BCD+V   | 1,30                                | 7,90             | 46,30           | 22,00         | 13,90                           | 7,30           | 1,30   |       |        |
|                        | Tensão (atm.)                       |                  |                 |               | Densidade úmida                 | Densidade seca |        |       |        |
|                        | 0                                   | 0,01             | 0,05            | 0,1           |                                 |                |        |       |        |
|                        | ----- Umidade volumétrica (%) ----- |                  |                 |               | ----- g L <sup>-1</sup> -----   |                |        |       |        |
| 1. Substrato Comercial | 72,60                               | 64,50            | 36,00           | 33,30         | 345,90                          | 251,90         |        |       |        |
| 2. Composto BCD+H      | 69,40                               | 61,80            | 38,70           | 34,80         | 658,30                          | 585,50         |        |       |        |
| 3. Composto de BCD+V+A | 51,30                               | 47,50            | 32,80           | 28,10         | 687,60                          | 664,50         |        |       |        |
| 4. Composto de BCD+V   | 51,20                               | 35,10            | 22,20           | 20,50         | 102,00                          | 89,60          |        |       |        |
| Característica Química | N                                   | P                | K               | Ca            | Mg                              | Cu             | Zn     | Mn    | Fe     |
|                        | ----- g kg <sup>-1</sup> -----      |                  |                 |               | ----- mg kg <sup>-1</sup> ----- |                |        |       |        |
| 1. Substrato Comercial | 11,18                               | 0,49             | 0,67            | 11,73         | 3,68                            | 6,90           | 16,25  | 83,7  | 2056,4 |
| 2. Composto BCD+H      | 12,37                               | 2,29             | 2,15            | 13,20         | 13,48                           | 78,00          | 140,50 | 270,2 | 2471,8 |
| 3. Composto de BCD+V+A | 11,60                               | 0,27             | 2,29            | 8,69          | 2,14                            | 22,25          | 28,50  | 155,0 | 2380,0 |
| 4. Composto de BCD+V   | 6,50                                | 0,62             | 0,65            | 8,20          | 2,88                            | 22,00          | 34,00  | 100,7 | 2272,4 |

O bagaço de cana foi coletado em pequenas agroindústrias produtoras de açúcar mascavo orgânico, localizadas no município de Marechal Candido Rondon. O bagaço foi triturado em moinho industrial de modo a promover a uniformização do tamanho das partículas. Posteriormente, foram feitas leiras de 2 m de comprimento e 80 cm de largura, com sucessivas camadas de bagaço triturado e adicionando-se, a

cada camada, uma solução de água contendo 5% de nitrogênio. A adição do nitrogênio objetivou diminuir a relação C/N e acelerar o processo de decomposição do bagaço de cana. As leiras foram umedecidas uma vez por mês e permaneceram em ambiente arejado e ventilado por 90 dias.

### 3.4 FERTIRRIGAÇÃO

Como os estudos sobre a fertirrigação em mudas florestais nativas são poucos difundidos, o presente trabalho tomou como base uma solução nutritiva utilizada para a produção de mudas de espécies exploradas comercialmente como o *Eucaliptus* sp. e o *Pinus* sp. De acordo com Higashi et al (2002) os teores de nutrientes, apresentados na Tabela 2, são referentes à composição da solução nutritiva usada para a produção de mudas de *Eucaliptus* sp e/ou *Pinus* sp.

**Tabela 2.** Teores de macro e micronutrientes da solução recomendados para a fertirrigação das espécies de *Eucalyptus* sp e *Pinus* sp. e os teores aplicados no presente experimento

| Nutriente                                | Recomendação                   | Utilizado |
|--|--------------------------------|-----------|
|  | ----- mg L <sup>-1</sup> ----- |           |
| Nitrogênio (N)                           | 100 – 200                      | 160       |
| Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 15 – 30                        | 25        |
| Potássio (K <sub>2</sub> O)              | 100 – 200                      | 175       |
| Cálcio (Ca)                              | 100 – 200                      | 150       |
| Magnésio (Mg)                            | 25 – 50                        | 35        |
| Enxofre (S)                              | 35 – 65                        | 54        |
| Boro (B)                                 | 0,3 - 0,6                      | 0,4       |
| Cobre (Cu)                               | 0,03 - 0,06                    | 0,04      |
| Manganês (Mn)                            | 0,3 - 0,8                      | 0,5       |
| Molibdênio (Mo)                          | 0,01 - 0,02                    | 0,015     |
| Zinco (Zn)                               | 0,05 - 0,1                     | 0,07      |

Fonte: Adaptado de HIGASHI et al. (2002).

A fertilização foi realizada apenas na forma de adubação de cobertura composta por adubo especial para fertirrigação com a formulação 13-06-40 correspondente a N; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; K<sub>2</sub>O. Esta dose equivale a 2,5 g de N, 0,5 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 2 g de K<sub>2</sub>O por litro de solução, suplementado com uréia para atingir a dose de 160 mg L<sup>-1</sup> de N.

A aplicação de todos os nutrientes aconteceu de forma fracionada, ou seja no intervalo de 7 dias aconteceu apenas a aplicação de um terço da dose aplicada

aos 21 dias. Porém não foi realizada adubação de base no plantio, permanecendo apenas a fertilidade natural das misturas.

As fontes de micronutrientes utilizadas foram: sulfato de cobre e zinco, ácido bórico, permanganato de cálcio e magnésio, sempre considerando a condutividade elétrica das soluções não excederam ao valor de  $3,6 \text{ mS cm}^{-2}$ .

### 3.5 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Para avaliar o comportamento das duas espécies nativas aos diferentes substratos e à frequência de fertirrigação foram conduzidos experimentos distintos com cada espécie,

As mudas de *A. macrocarpa* e de *C. odorata* resultaram da sementeira de 3 a 4 sementes pré-embecidas em água em tubetes de polietileno preto com volume de  $120 \text{ cm}^3$ . Após a germinação realizou-se desbaste deixando apenas uma planta por tubete. As mudas foram produzidas em ambiente não-controlado com apenas cobertura de sombrite 50%, em bancadas a 0,3 m de altura do solo e alojadas em bandejas de polipropileno de forma que todas as parcelas estiveram uma do lado da outra possibilitando a realização de monda das mudas.

As irrigações foram realizadas diariamente através de microaspersores e aplicada com auxílio de uma moto bomba com pressão de trabalho de 15 psi (1bar = 10 mca), regulada por um manômetro instalado na tubulação antecedente aos tratamentos. A lâmina de água aplicada foi definida pela aplicação de 27 litros de água em mil tubetes de  $120 \text{ cm}^3$  momento em que se verificou o início da percolação de água em pelo menos uma das misturas. Procedimento este realizado anteriormente a instalação do experimento a fim de não prejudicar a execução do mesmo.

A lâmina de água aplicada foi à mesma do início ao término da condução do experimento, controlada pelo tempo de funcionamento do sistema de irrigação numa vazão constante. O tempo de funcionamento para as irrigações foi de 25 minutos somente com água e de 15 minutos quando feito a aplicação dos nutrientes.

### 3.6 AVALIAÇÕES

As avaliações foram realizadas em intervalos de 30 dias a partir de 50 dias da data de emergência até os 170 dias, totalizando 5 avaliações, para ambos os experimentos. Em cada avaliação foram coletadas cinco plantas representativas de cada tratamento (parcela).

As variáveis mensuradas incluíram: altura da planta (AP), diâmetro de coleto (DC), área foliar (AF), massa seca de caule (MSC), folha (MSF), raiz (MSR) e massa seca total (MST), relação parte área e raízes (PA/R), Índice de qualidade de Dickson (IQD), Taxa de crescimento absoluto (TCA) e condutividade do substrato (CS).

#### 3.6.1 Altura da planta

Foi medida com auxílio de uma régua graduada, tendo como referência a borda dos tubetes ou coleto das mudas e os valores expressos em centímetros (cm).

#### 3.6.2 Diâmetro de coleto

Foi realizado com auxílio de um paquímetro digital, efetuando a leitura sempre com referência a borda dos tubetes ou coleto das mudas e os valores expressos em milímetros (mm).

#### 3.6.3 Área foliar

Foi determinada através de amostragens de todas as folhas das cinco plantas com a digitalização de imagens e logo calculada a área foliar correspondente a cada parcela. A área foliar foi mensurada com auxílio do software Quant V 1.0, que captura imagens de uma câmara digital e com a mudança de cores da imagem faz a mensuração da área através das diferentes cores (VALE et al, 2001). Os dados coletados foram expressos em centímetros quadrados por planta (cm<sup>2</sup>/planta).

### 3.6.4 Massa seca

Por ocasião das coletas, as plantas foram seccionadas em parte aérea e raiz. O material seccionado foi acondicionado em sacos de papel e levados para secar em estufa de circulação forçada de ar a  $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  até massa constante. Em seguida, determinou-se em balança eletrônica de precisão, as massas de matéria seca. Os dados foram expressos em gramas por planta (g/planta).

### 3.6.5 Razão raiz e parte aérea

Esta razão foi obtida através da divisão da massa seca da raiz pela massa seca da parte aérea das plantas.

### 3.6.6 Índice de qualidade de DICKSON

Este índice considera a produção de matéria seca da parte aérea, das raízes e massa seca total, bem como a altura e o diâmetro do coleto das mudas (DICKSON, 1960), calculado da seguinte forma:

$$IQD = \frac{PMST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(mm)} + \frac{PMSPA(g)}{PMSR(g)}} =$$

Onde: PMST = peso da massa seca total;

PMSPA = peso massa seca da parte aérea;

MSR = peso massa seca da raiz;

H = comprimento;

DC = diâmetro do coleto.

### 3.6.7 Taxa de Crescimento absoluto

Para se determinar a taxa de crescimento absoluto (TCA) foi utilizado o incremento entre duas amostragens (BENINCASA, 1988), de acordo com a fórmula:

$$TCA = \frac{P2 - P1}{T2 + T1} =$$

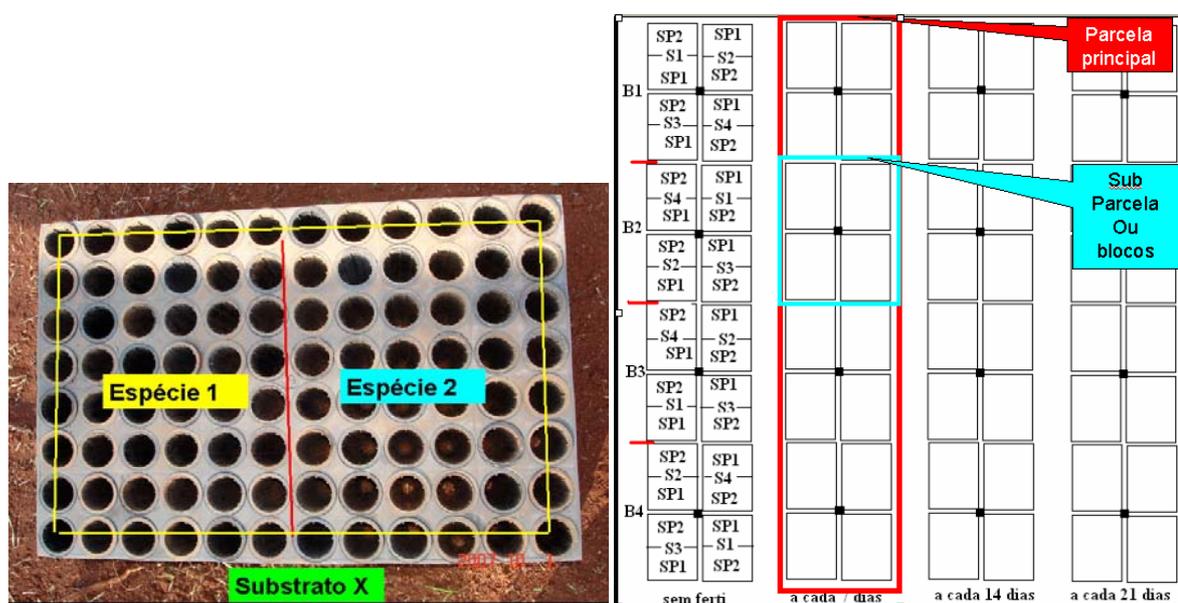
Na qual P1 e P2 representam o peso da matéria seca em duas amostragens sucessivas, e T1 e T2 as unidades de tempo daquelas amostragens. A TCA exprime a velocidade de crescimento dos vegetais, estimando quanto às plantas cresceram por um determinado tempo em massa seca e dados expressos em  $\text{g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ .

### 3.6.8 Condutividade do Substrato

Para a avaliação da condutividade elétrica na solução dos substratos as amostras foram pesadas com precisão de 0,01 g, em seguida foram homogeneizadas com auxílio de um bastão e colocadas para estabilizar em beckers (capacidade de 100 mL) contendo 75 mL de água deionizada e 5 g de substratos durante 24 horas, a 25°C. Em seguida, procedeu-se à leitura da condutividade num aparelho da marca/modelo WTW, LF 318, devidamente calibrado com solução padrão, e a temperatura da amostra foi ajustada com a temperatura do ambiente, sendo os resultados expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  de substrato.

## 3.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os experimentos foram conduzidos segundo um delineamento de blocos ao acaso em arranjo de parcelas subdivididas, tendo como parcela principal as quatro freqüências de fertirrigação (0; 7; 14 e 21 dias) e nas subparcelas os quatro tipos de substratos (Substrato comercial, Mistura de BCD+H (7:3 v:v); Mistura de BCD+V+A, (7:2:1 v:v:v); e Mistura de BCD+V (7:3 v:v)), com quatro repetições totalizando 64 parcelas. As parcelas foram constituídas de 48 recipientes ou mudas, sendo considerado como parcela útil os 30 tubetes ou mudas centrais.



**Figura 01.** Disposição das unidades amostrais e das parcelas durante a condução do experimento. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

### 3.8 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando da detecção de diferença estatística as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR versão 5.0 para o processamento dos dados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Altura de muda

Os resultados não evidenciaram efeitos significativos da interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato para a variável altura da muda até os 140 dias após emergência (DAE) para *A. macrocarpa*, e até os 170 DAE para *C. odorata*. Portanto, os resultados são apresentados independentemente para cada frequência de fertirrigação e tipo de substrato (Tabela 3). Na avaliação aos 170 DAE, para *A. macrocarpa*, houve interação significativa entre frequência de fertirrigação versus substrato e os dados desdobrados são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 3.** Altura da muda (cm) de *A. macrocarpa* e *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de irrigação e do tipo do substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Fontes de variação                            | Dias após a emergência (DAE) |          |          |         |         |
|---|------------------------------|----------|----------|---------|---------|
|   | 50                           | 80       | 110      | 140     | 170     |
| <b>Angico vermelho (<i>A. macrocarpa</i>)</b> |                              |          |          |         |         |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |          |          |         |         |
| 0 dias  | 9,00 a                       | 10,13 a  | 12,87 b  | 12,93 b | 13,84 b |
| 7 dias  | 10,56 a                      | 11,87 a  | 16,37 a  | 18,75 a | 23,14 a |
| 14 dias                                       | 10,50 a                      | 11,01 a  | 13,81 b  | 18,19 a | 22,05 a |
| 21 dias                                       | 10,93 a                      | 11,75 a  | 14,56 ab | 18,56 a | 21,74 a |
| DMS   | 2,47                         | 2,92     | 2,22     | 4,83    | 6,81    |
| Cv (%)  | 20,66                        | 27,34    | 13,92    | 25,62   | 16,83   |
| <b>Substrato</b>                              |                              |          |          |         |         |
| Substrato Comercial                           | 6,35 c                       | 6,50 c   | 10,00 c  | 11,25 c | 10,92 c |
| Composto BCD+H                                | 16,00 a                      | 18,30 a  | 22,87 a  | 26,06 a | 32,09 a |
| Composto de BCD+V+A                           | 11,43 b                      | 12,37 b  | 15,25 b  | 19,87 b | 25,08 b |
| Composto de BCD+V                             | 4,18 c                       | 7,82 c   | 9,50 c   | 11,25 c | 12,66 c |
| DMS   | 2,34                         | 3,40     | 2,63     | 3,21    | 6,91    |
| Cv (%)  | 25,33                        | 27,21    | 19,14    | 19,69   | 18,11   |
| <b>Cedro rosa (<i>C. odorata</i>)</b>         |                              |          |          |         |         |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |          |          |         |         |
| 0 dias  | 12,42 bc                     | 13,06 bc | 11,52 c  | 10,72 b | 13,04 b |
| 7 dias  | 14,76 a                      | 15,29 a  | 12,04 bc | 15,06 a | 16,56 a |
| 14 dias                                       | 11,59 c                      | 12,09 c  | 14,15 a  | 14,72 a | 17,40 a |
| 21 dias                                       | 13,76 ab                     | 14,50 ab | 13,64 ab | 15,86 a | 16,44 a |
| DMS   | 1,59                         | 1,62     | 2,59     | 1,73    | 3,21    |
| Cv (%)  | 10,98                        | 10,65    | 18,29    | 11,10   | 18,34   |
| <b>Substrato</b>                              |                              |          |          |         |         |
| Substrato Comercial                           | 9,54 c                       | 10,10 c  | 9,79 c   | 11,17 c | 14,76 b |
| Composto BCD+H                                | 19,68 a                      | 20,46 a  | 19,84 a  | 19,94 a | 22,91 a |
| Composto de BCD+V+A                           | 13,39 b                      | 13,96 b  | 13,19 b  | 15,73 b | 15,81 b |
| Composto de BCD+V                             | 10,04 c                      | 10,41 c  | 8,54 c   | 9,51 c  | 9,96 c  |
| DMS   | 2,06                         | 2,12     | 2,19     | 2,39    | 4,06    |
| Cv (%)  | 16,40                        | 16,20    | 17,91    | 17,82   | 26,90   |

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A freqüência de fertirrigação influenciou a altura das mudas de *A. macrocarpa* após os 110 DAE (3ª avaliação) e a altura das mudas de *C. odorata* desde os 50 DAE (1ª avaliação) conforme Tabela 1. Em mudas de *M. Macrocarpa* observa-se que a ausência de fertirrigação proporcionou um menor crescimento da muda e, conseqüentemente, mudas de menor estatura nas avaliações a partir dos 110 DAE (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos para as mudas de *C. odorata*. De modo geral, o intervalo de 7 dias entre uma fertirrigação e outra proporcionou mudas de maior estatura em todas as avaliações, demonstrando a importância do suprimento de nutrientes para um bom desenvolvimento das plantas.

Similarmente Silva e Muniz (1995) notaram em seu estudo com mudas de *Cedrela fissilis* cultivadas em solução nutritiva por 110 dias, que a ausência de nutrientes (nitrogênio) na solução influenciou negativamente o crescimento das plantas. Segundo esses mesmos autores, a deficiência nutricional diminuiu e, posteriormente, estagnou o crescimento das mudas, em relação ao tratamento com aplicação de nutrientes, resultados obtidos por Muniz e Silva (1995), ao trabalharem com mudas de peroba-rosa (*Aspidosmerma polyneuron*). Em mudas de pupunha (*Bactris gasipaes*), Ramos et al. (2004) também verificaram que a ausência de fertirrigação nitrogenada acarretou menor crescimento da muda e, conseqüentemente, um atraso na formação desta muda, a qual irá permanecer mais tempo no viveiro. Carneiro (1995) ainda relatou que mudas bem formadas têm tendência de alta taxa de sobrevivência e crescimento após o plantio e desta forma diminui a freqüência de limpeza do povoamento recém implantado.

Comparando-se os valores médios de altura alcançados pelas mudas de *A. macrocarpa* com outras duas leguminosas, esses foram inferiores aos encontrados por Souza et al. (2008) para mudas de jacarandá-de-espinho (*Machaerium nictitans*) aos 120 dias após a semeadura (>32 cm) e semelhantes aos observados por Gomes et al. (2004) para angico-branco aos 170 dias após a semeadura (25 cm). Gomes (2001) ressaltou que, para os resultados serem semelhantes, tanto as espécies quanto os métodos de produção de mudas e as técnicas de viveiros utilizados deverão ser observados.

De modo geral se levarmos em consideração apenas a altura de mudas como critérios para definir mudas de boa qualidade, poderíamos afirmar que o angico cultivado em BCD+H aos 110 dias em diante e cedro a partir dos 170 dias foram os melhores resultados para transplante de mudas no campo.

Quanto aos substratos, para as duas espécies o substrato composto da mistura de bagaço de cana e húmus (7:3; v:v), mostrou-se superior aos demais substratos, em todas as avaliações (Tabela 3). Na seqüência vem à mistura de bagaço mais vermiculita e areia (7:2:1; v:v:v) e com valores inferiores o substrato comercial e o composto de bagaço e vermiculita (7:3; v:v).

Diversos autores têm comprovado que a adição de composto orgânico (húmus) aos substratos usados para produção de mudas resulta em benefícios como o fornecimento de macro e micronutrientes e a redução do Al trocável. Mudanças de oiti (*Licania tomentosa* Benth.) atingiram as maiores médias em altura de mudas, segundo Alves e Passoni (1997), quando cultivadas em substrato acrescido de composto orgânico e vermicomposto. Campos et al. (1986), estudando a influência do substrato no desenvolvimento inicial de mudas de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.), concluíram que as mudas com maior altura e diâmetro foram aquelas originadas dos substratos solo e solo mais esterco bovino (1:1, v:v). Nesse sentido, Canellas et al. (2001) assinalaram que a incorporação de resíduos procedentes do lixo urbano ao solo promoveu aumentos significativos no desenvolvimento das mudas de ipê-roxo.

Na tabela 4 são apresentados os dados do desdobramento para a interação freqüência de fertirrigação versus substrato. Observa-se que quando houve a fertirrigação as médias foram superiores em relação à simples irrigação (sem fertilização). A utilização de BCD+H (7:1; v:v) mostrou-se superior aos demais substratos testados, exceto quando a freqüência de fertirrigação foi a cada 7 dias, onde a mistura de BCD+V+A (7:2:1; v:v:v) apresentou resultados semelhantes.

**Tabela 4.** Altura da muda (cm) de *A. macrocarpa* aos 170 dias após a emergência em função da interação freqüência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Freqüência de fertirrigação | Substrato |          |                         |          |
|-----------------------------|-----------|----------|-------------------------|----------|
|                             | Comercial | BCD+H    | BCD.+V+A                | BCD.+V   |
| 0 dias                      | 7,05 bC   | 24,25 bA | 14,74 cB                | 9,30 aBC |
| 7 dias                      | 10,65 aB  | 34,40 aA | 32,60 aA                | 14,90 aB |
| 14 dias                     | 10,90 aC  | 36,45 aA | 28,70 abB               | 12,15 aC |
| 21 dias                     | 15,10 aC  | 33,25 aA | 24,30 bB                | 14,30 aC |
| DMS (Subs d. fertirrig)     | 6,91      |          | DMS (Fertirrig d. subs) | 6,81     |
| CV(%)                       | 21,23     |          | CV(%)                   | 22,18    |

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.2 Diâmetro do coleto

Os resultados evidenciaram efeitos significativos da interação entre frequência da fertirrigação e tipo de substrato para *A. macrocarpa* apenas aos 110 dias após a emergência (Tabela 6). Para as demais avaliações não houve interação e os dados são apresentados independentemente para cada frequência de fertirrigação e tipo de substrato (Tabela 5).

O diâmetro do coleto das mudas de *A. macrocarpa* não foi influenciado significativamente pela frequência de fertirrigação, exceto na avaliação aos 170 DAE (Tabela 5). Estes resultados contrastam com os obtidos para as mudas de *C. odorata* onde verificou-se que o diâmetro do coleto foi influenciado pela frequência de fertirrigação em todas as avaliações realizadas, exceto na avaliação aos 170 DAE. Estes resultados demonstram que ambas as espécies possuem diferentes exigências quanto ao fornecimento de nutrientes.

**Tabela 5.** Diâmetro de coleto (mm) das mudas de *A. macrocarpa* e *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Fontes de variação                            | Dias após a emergência (DAE) |         |         |        |        |
|---|------------------------------|---------|---------|--------|--------|
|   | 50                           | 80      | 110     | 140    | 170    |
| <b>Angico vermelho (<i>A. macrocarpa</i>)</b> |                              |         |         |        |        |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |         |         |        |        |
| 0 dias  | 2,04 a                       | 2,16 a  | 2,43 a  | 2,96 a | 3,65 a |
| 7 dias  | 1,93 a                       | 2,07 a  | 2,46 a  | 2,75 a | 3,04 a |
| 14 dias                                       | 1,93 a                       | 2,05 a  | 2,71 a  | 2,64 a | 2,84 b |
| 21 dias                                       | 1,81 a                       | 1,98 a  | 2,51 a  | 2,55 a | 2,67 b |
| DMS   | 0,30                         | 0,26    | 0,57    | 0,44   | 0,79   |
| CV(%)   | 14,13                        | 11,42   | 15,52   | 14,46  | 23,46  |
| <b>Substrato</b>                              |                              |         |         |        |        |
| Substrato Comercial                           | 1,62 b                       | 1,75 c  | 2,07 b  | 2,03 c | 2,19 b |
| Composto BCD+H                                | 2,24 a                       | 2,47 a  | 2,91 a  | 3,46 a | 3,87 a |
| Composto de BCD+V+A                           | 2,07 a                       | 2,18 b  | 2,52 a  | 3,11 b | 3,92 a |
| Composto de BCD+V                             | 1,78 b                       | 1,87 c  | 2,01 b  | 2,29 c | 2,21 b |
| DMS   | 0,25                         | 0,26    | 0,51    | 0,29   | 0,83   |
| CV(%)   | 13,87                        | 13,27   | 11,36   | 11,22  | 28,73  |
| <b>Cedro rosa (<i>C. odorata</i>)</b>         |                              |         |         |        |        |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |         |         |        |        |
| 0 dias  | 3,94 ab                      | 4,23 ab | 4,21 b  | 4,55 b | 5,64 a |
| 7 dias  | 4,35 a                       | 4,63 a  | 4,30 b  | 5,24 a | 6,75 a |
| 14 dias                                       | 3,96 ab                      | 4,11 b  | 5,08 a  | 5,39 a | 7,35 a |
| 21 dias                                       | 3,69 b                       | 3,90 b  | 4,48 ab | 5,12 a | 6,48 a |
| DMS   | 0,47                         | 0,51    | 0,68    | 0,59   | 1,94   |
| CV(%)   | 10,61                        | 11,00   | 13,66   | 10,14  | 26,83  |
| <b>Substrato</b>                              |                              |         |         |        |        |

|                     |        |        |        |        |        |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Substrato Comercial | 3,80 c | 3,99 c | 4,08 b | 4,04 c | 5,23 b |
| Composto BCD+H      | 4,75 a | 5,15 a | 5,58 a | 6,88 a | 8,59 a |
| Composto de BCD+V+A | 4,23 b | 4,46 b | 4,95 a | 5,66 b | 8,34 a |
| Composto de BCD+V   | 3,12 d | 3,30 d | 3,47 b | 3,73 c | 4,06 b |
| DMS                 | 0,42   | 0,43   | 0,76   | 0,71   | 1,56   |
| CV(%)               | 11,06  | 10,69  | 17,55  | 14,69  | 24,98  |

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que as mudas de *A. macrocarpa* demonstraram ser menos exigentes em nutrientes comparadas às mudas de *C. odorata* na fase inicial de crescimento.

Mudas com baixo diâmetro do colo apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio. O tombamento decorrente dessa característica pode resultar em morte ou deformações que comprometem o valor silvicultural dos indivíduos. Em mudas de *Eucalyptus grandis*, Gomes et al. (1996) estabeleceram um valor mínimo de diâmetro de coleto de 2 mm e Lopes (2004) de 2,5 mm para plantio a campo. No presente trabalho o menor diâmetro de coleto obtido aos 170 DAE foi de 2,19 mm para *A. macrocarpa* e de 5,23 mm para *C. odorata*, quando ambas foram cultivadas em substrato comercial. Desse modo, pode-se inferir que as mudas das duas espécies estariam aptas para plantio a campo.

Este comportamento pode ser devido à fertilidade das misturas de BCD+H e BCD+V+A, onde tivemos os maiores valores de diâmetro de coleto, indicando que as mudas poderiam ir a campo mais cedo, fato este que reduz o custo de produção no viveiro desde que bem escalonada e planejada a produção de mudas.

Quanto ao tipo de substrato, observa-se que as mudas de *C. odorata* cultivadas em substrato composto de bagaço de cana e húmus (7:1; v:v) resultaram em maior diâmetro do coleto comparados aos demais substratos testados, exceto nas avaliações aos 110 e 170 DAE onde o substrato composto de bagaço de cana + vermiculita + areia (7:2:1; v:v:v) apresentou-se semelhante.

Barroso et al. (1998) trabalhando com mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) também obtiveram os maiores valores de diâmetro do coleto nas mudas produzidas em mistura com bagaço de cana. Entretanto, Campos et al. (1986) observaram que as mudas de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.) produzidas nos substratos solo e solo mais esterco, na proporção volumétrica de 1:1, apresentaram melhor qualidade, expressa principalmente pela relação altura/diâmetro, sendo as mudas

mais adequadas para o transplântio aquelas procedentes de substratos com solo e esterco.

Na tabela 6 são apresentados os dados do desdobramento para a interação freqüência de fertirrigação versus substrato para *A. macrocarpa* aos 110 DAE. O substrato composto de bagaço de cana e húmus (7:1; v:v) mostrou-se superior aos demais substratos testados, exceto quando a freqüência de fertirrigação foi a cada 7 dias onde o substrato composto de bagaço de cana mais vermiculita e areia (7:2:1; v:v:v) apresentou-se semelhante.

**Tabela 6.** Diâmetro de coleto (mm) em mudas de *A. macrocarpa* aos 110 dias após a emergência em função da interação freqüência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Freqüência de fertirrigação | Substrato |              |                              |                  |
|-----------------------------|-----------|--------------|------------------------------|------------------|
|                             | Comercial | Bagaço+Húmus | Bag.+Verm.+Areia             | Bag.+Vermiculita |
| 0 dias                      | 2,05 aB   | 2,99 abA     | 2,41 aB                      | 2,26 aB          |
| 7 dias                      | 1,96 aB   | 2,85 bcA     | 2,91 aA                      | 2,11 aB          |
| 14 dias                     | 2,38 aBC  | 3,44 aA      | 2,87 aB                      | 2,16 aC          |
| 21 dias                     | 1,90 aB   | 2,36 cA      | 1,88 bB                      | 1,49 bC          |
| DMS (Subs d. fertirrig)     | 0,56      |              | DMS (Fertirrig d. subs) 0,51 |                  |
| CV(%) 11,36                 |           |              | CV(%) 15,52                  |                  |

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.3 Área foliar

Não houve interação entre freqüência de fertirrigação e tipo de substrato para a variável área foliar até os 110 DAE (3ª avaliação) para as duas espécies estudadas. Portanto, os resultados são apresentados independentemente para cada freqüência de fertirrigação e tipo de substrato (Tabela 7). Entretanto, houve interação significativa entre freqüência da fertirrigação e tipo de substrato, para ambas as espécies, nas avaliações aos 140 e 170 dias após a emergência; os dados desdobrados são apresentados nas Tabelas 8 e 9 para *A. macrocarpa* e nas Tabelas 10 e 11 para *C. odorata*, respectivamente.

**Tabela 7.** Área foliar (cm<sup>2</sup>) de mudas de *A. macrocarpa* e *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Fontes de variação                            | Dias após a emergência (DAE) |        |        |        |        |
|---|------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|   | 50                           | 80     | 110    | 140    | 170    |
| <b>Angico vermelho (<i>A. macrocarpa</i>)</b> |                              |        |        |        |        |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |        |        |        |        |
| 0 dias  | 0,29 a                       | 0,29 a | 0,30 a | 0,56 b | 0,47 a |
| 7 dias  | 0,35 a                       | 0,34 a | 0,36 a | 0,73 a | 0,53 a |
| 14 dias                                       | 0,35 a                       | 0,36 a | 0,37 a | 0,76 a | 0,43 a |
| 21 dias                                       | 0,37 a                       | 0,38 a | 0,39 a | 0,79 a | 0,50 a |
| DMS   | 0,09                         | 0,10   | 0,08   | 0,19   | 0,15   |
| CV(%)   | 20,6                         | 27,34  | 19,32  | 25,62  | 16,83  |
| <b>Substrato</b>                              |                              |        |        |        |        |
| Substrato Comercial                           | 0,36 b                       | 0,37 b | 0,38 b | 0,56 b | 0,41 b |
| Composto BCD+H                                | 0,47 a                       | 0,46 a | 0,48 a | 1,00 a | 0,64 a |
| Composto de BCD+V+A                           | 0,31 b                       | 0,32 b | 0,33 b | 0,85 a | 0,52 a |
| Composto de BCD+V                             | 0,22 c                       | 0,22 c | 0,24 c | 0,53 b | 0,35 b |
| DMS   | 0,08                         | 0,08   | 0,08   | 0,27   | 0,14   |
| CV(%)   | 25,33                        | 27,13  | 19,14  | 19,69  | 18,11  |
| <b>Cedro rosa (<i>C. odorata</i>)</b>         |                              |        |        |        |        |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |        |        |        |        |
| 0 dias  | 0,74 c                       | 0,73 c | 0,76 c | 0,79 b | 0,91 b |
| 7 dias  | 0,80 c                       | 0,82 b | 0,82 c | 1,54 a | 1,35 a |
| 14 dias                                       | 0,99 b                       | 0,96 b | 1,01 b | 1,23 a | 1,11 a |
| 21 dias                                       | 1,15 a                       | 2,09 a | 1,17 a | 0,55 c | 0,67 c |
| DMS   | 0,14                         | 0,21   | 0,14   | 0,27   | 0,34   |
| CV(%)   | 14,31                        | 64,91  | 14,05  | 11,11  | 16,28  |
| <b>Substrato</b>                              |                              |        |        |        |        |
| Substrato Comercial                           | 0,68 c                       | 0,69 c | 0,70 c | 0,80 c | 0,79 c |
| Composto BCD+H                                | 1,35 a                       | 2,25 a | 1,36 a | 1,13 a | 1,23 a |
| Composto de BCD+V+A                           | 1,14 b                       | 1,13 b | 1,16 b | 0,96 b | 1,07 b |
| Composto de BCD+V                             | 0,51 c                       | 0,52 c | 0,53 c | 1,23 a | 0,95 b |
| DMS   | 0,19                         | 0,18   | 0,19   | 0,26   | 0,33   |
| CV(%)   | 21,77                        | 64,68  | 21,37  | 13,99  | 18,00  |

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os diferentes intervalos entre a fertirrigação ou a ausência da mesma não influenciou a área foliar das mudas de *A. macrocarpa* em todas as avaliações, exceto na avaliação aos 140 DAE, onde a ausência da fertirrigação mostrou-se inferior.

Segundo Kozłowski et al. (1991), mudas com maior área foliar na época de serem levadas para o campo apresentam crescimento inicial mais rápido, em virtude da maior produção de fotoassimilados e posterior drenagem para outras partes da muda.

O decréscimo de valores para a última avaliação foi devido ao aumento da salinidade, constatada no parâmetro condutividade elétrica das misturas. NO entanto

como não há indicações de valores referenciais para ambas as espécies a fertilização utilizada pode ter sido super estimada neste trabalho.

Barroso et al. (1998) trabalhando com mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) encontraram os maiores valores de área foliar nas mudas produzidas com bagaço de cana mais torta de filtro, na proporção volumétrica de 3:2.

Nas tabelas 8 e 9 são apresentados os dados desdobrados da interação frequência de fertirrigação versus substrato para *A. macrocarpa* aos 140 e 170 DAE, respectivamente. Observa-se que os substratos compostos de bagaço de cana e húmus (7:1; v:v) e bagaço de cana mais vermiculita e areia (7:2:1; v:v:v) foram superiores aos demais substratos testados.

**Tabela 8.** Área foliar (cm<sup>2</sup>) de mudas de *A. macrocarpa* aos 140 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação | Substrato |          |                          |          |
|-----------------------------|-----------|----------|--------------------------|----------|
|                             | Comercial | BCD+H    | BCD+V+A                  | BCD.+V   |
| 0 dias                      | 0,303 cB  | 0,794 bA | 0,759 aA                 | 0,366 bB |
| 7 dias                      | 0,636 cB  | 0,901 bA | 0,855 aA                 | 0,535 bB |
| 14 dias                     | 0,441 bC  | 1,178 aA | 0,936 aA                 | 0,499 bB |
| 21 dias                     | 0,844 aB  | 1,108 aA | 0,858 aB                 | 0,732 aB |
| DMS (Subs d. irrig)         | 0,17      |          | DMS (Irrig d. subs) 0,19 |          |
| CV(%)                       | 17,37     |          | CV(%) 11,89              |          |

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 9.** Área foliar (cm<sup>2</sup>) de mudas de *A. macrocarpa* aos 170 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação | Substrato  |           |                              |          |
|-----------------------------|------------|-----------|------------------------------|----------|
|                             | Comercial  | BCD+H     | BCD+V+A                      | BCD.+V   |
| 0 dias                      | 0,315 cB   | 0,731 aA  | 0,463 aB                     | 0,359 aB |
| 7 dias                      | 0,449 abBC | 0,699 aA  | 0,570 aAB                    | 0,416 aC |
| 14 dias                     | 0,368 cBC  | 0,532 bA  | 0,511 aAB                    | 0,289 aC |
| 21 dias                     | 0,526 aA   | 0,608 abA | 0,528 aA                     | 0,326 aB |
| DMS (Subs d. fertirrig)     | 0,14       |           | DMS (Fertirrig d. subs) 0,15 |          |
| CV(%)                       | 17,03      |           | CV(%) 16,12                  |          |

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas tabelas 10 e 11 são apresentados os resultados desdobrados da interação frequência de fertirrigação versus substrato para *C. odorata* aos 140 e 170 DAE, respectivamente. De modo geral, observa-se que os substratos compostos de

bagaço de cana e húmus (7:1; v:v), bagaço de cana mais vermiculita e areia (7:2:1; v:v:v) apresentaram os maiores valores de área foliar quando comparado ao substrato comercial. E quanto a frequência da fertirrigação o melhor desenvolvimento da área foliar das mudas de *C. odorata* ocorreu quando a fertirrigação foi realizada a cada 7 e 14 dias.

**Tabela 10.** Área foliar (cm<sup>2</sup>) de mudas de *C. odorata* aos 140 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação   | Substrato |                               |           |          |
|-------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|----------|
|                               | Comercial | BCD+H                         | BCD+V+A   | BCD.+V   |
| 0 dias                        | 0,604 bB  | 1,134 bA                      | 0,597 cB  | 0,826 cB |
| 7 dias                        | 1,202 aB  | 1,546 aA                      | 1,681 aA  | 1,738 aA |
| 14 dias                       | 1,087 aB  | 1,418 aA                      | 1,290 bAB | 1,137 bB |
| 21 dias                       | 0,320 cB  | 0,412 cB                      | 0,261 dD  | 1,201 bA |
| DMS (Subs d. fertirrig) 0,274 |           | DMS (Fertirrig d. subs) 0,259 |           |          |
| CV(%) 11,11                   |           | CV(%) 13,99                   |           |          |

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 11.** Área foliar (cm<sup>2</sup>) de mudas de *C. odorata* aos 170 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação   | Substrato |                               |          |            |
|-------------------------------|-----------|-------------------------------|----------|------------|
|                               | Comercial | BCD+H                         | BCD+V+A  | BCD.+V     |
| 0 dias                        | 0,658 bB  | 1,257 aA                      | 0,844 bB | 0,872 abB  |
| 7 dias                        | 1,054 aB  | 1,564 aA                      | 1,566 aA | 1,201 abAB |
| 14 dias                       | 0,784 abB | 1,343 aA                      | 1,257 aA | 1,067 abAB |
| 21 dias                       | 0,675 abA | 0,750 bA                      | 0,595 bA | 0,655 bA   |
| DMS (Subs d. fertirrig) 0,339 |           | DMS (Fertirrig d. subs) 0,328 |          |            |
| CV(%) 16,29                   |           | CV(%) 18,00                   |          |            |

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.4 Massa seca da parte aérea – MSPA

Os resultados não evidenciaram efeitos significativos da interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato para a variável massa seca da parte aérea (MSPA) nas mudas de duas espécies estudadas, exceto na avaliação aos 110 DAE para *A. macrocarpa*, cujos dados desdobrados são apresentados na Tabela 13. Para as demais avaliações, os resultados são apresentados independentemente para cada frequência de fertirrigação e tipo de substrato (Tabela 12).

**Tabela 12.** Massa seca da parte aérea (g planta<sup>-1</sup>) de mudas de *A. macrocarpa* e *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Fontes de variação                            | Dias após a emergência (DAE) |         |         |         |          |
|---|------------------------------|---------|---------|---------|----------|
|   | 50                           | 80      | 110     | 140     | 170      |
| <b>Angico vermelho (<i>A. macrocarpa</i>)</b> |                              |         |         |         |          |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |         |         |         |          |
| 0 dias  | 0,317 a                      | 0,425 a | 0,508 a | 0,593 a | 0,632 b  |
| 7 dias  | 0,341 a                      | 0,360 a | 0,590 a | 0,725 a | 1,073 a  |
| 14 dias                                       | 0,307 a                      | 0,328 a | 0,600 a | 0,709 a | 1,033 a  |
| 21 dias                                       | 0,302 a                      | 0,355 a | 0,517 a | 0,606 a | 0,751 ab |
| DMS   | 0,071                        | 0,086   | 0,174   | 0,142   | 0,290    |
| CV(%)   | 29,33                        | 56,79   | 19,41   | 20,90   | 41,66    |
| <b>Substrato</b>                              |                              |         |         |         |          |
| Substrato Comercial                           | 0,134 d                      | 0,158 c | 0,205 c | 0,209 c | 0,221 c  |
| Composto BCD+H                                | 0,560 a                      | 0,624 a | 0,882 a | 1,121 a | 1,667 a  |
| Composto de BCD+V+A                           | 0,357 b                      | 0,382 b | 0,653 b | 0,883 b | 1,182 b  |
| Composto de BCD+V                             | 0,217 c                      | 0,219 c | 0,273 c | 0,596 c | 0,309 c  |
| DMS   | 0,060                        | 0,084   | 0,110   | 0,122   | 0,246    |
| CV(%)   | 35,26                        | 64,48   | 25,62   | 30,24   | 37,04    |
| <b>Cedro rosa (<i>C. odorata</i>)</b>         |                              |         |         |         |          |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |         |         |         |          |
| 0 dias  | 0,344 ab                     | 0,436 b | 0,464 b | 0,583 b | 0,828 b  |
| 7 dias  | 0,455 a                      | 0,593 a | 0,642 a | 0,978 a | 1,502 a  |
| 14 dias                                       | 0,332 ab                     | 0,479 b | 0,609 a | 0,814 a | 1,197 a  |
| 21 dias                                       | 0,357 ab                     | 0,424 b | 0,492 a | 0,837 a | 1,383 a  |
| DMS   | 0,090                        | 0,103   | 0,068   | 0,155   | 0,239    |
| CV(%)   | 28,00                        | 32,87   | 25,25   | 36,15   | 43,41    |
| <b>Substrato</b>                              |                              |         |         |         |          |
| Substrato Comercial                           | 0,216 c                      | 0,270 c | 0,341 c | 0,373 c | 0,653 c  |
| Composto BCD+H                                | 0,660 a                      | 0,847 a | 1,108 a | 1,603 a | 2,526 a  |
| Composto de BCD+V+A                           | 0,412 b                      | 0,501 b | 0,572 b | 0,941 b | 1,394 b  |
| Composto de BCD+V                             | 0,199 c                      | 0,237 c | 0,289 c | 0,295 c | 0,337 c  |
| DMS   | 0,054                        | 0,063   | 0,080   | 0,108   | 0,139    |
| CV(%)   | 22,11                        | 22,42   | 34,75   | 29,07   | 38,14    |

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Enquanto, que a frequência de fertirrigação não influenciou significamente a MSPA das mudas de *A. macrocarpa*, a mesma influenciou a massa seca da parte aérea das mudas de *C. odorata* desde a primeira avaliação (Tabela 12). Na ausência de fertirrigação, as mudas de *A. macrocarpa* aos 170 DAE e as mudas de *C. odorata* após os 110 DAE (3ª avaliação) apresentam menor produção de MSPA, diferenciando-se dos diferentes intervalos de fertirrigação. Em concordância com o obtido neste trabalho, Duboc et al. (1996), trabalhando com mudas de óleo-copaíba observaram que a omissão de nutrientes (nitrogênio e fósforo) afetou a produção de matéria seca da parte aérea.

A média da MSPA é um bom índice para se determinar a capacidade de resistência das mudas as condições adversas após o plantio (MORGADO, 1998;

SAMOR, 1999) o que evidencia, neste trabalho, a importância de um bom substrato para a produção de mudas. Para as duas espécies estudadas, a mistura de bagaço de cana decomposto e húmus (7:3; v:v) mostrou-se superior aos demais tipos de substratos em todas as avaliações (Tabela 12) seguido da mistura de bagaço mais vermiculita e areia (7:2:1; v:v:v), e do substrato comercial e composto de bagaço e vermiculita (7:3; v:v). Cunha et al. (2005) relataram que os resíduos orgânicos como o bagaço de cana e o húmus são materiais em geral ricos em sua composição química capazes de propiciar um bom desenvolvimento às plantas, como evidenciado no presente estudo.

Na tabela 13 são apresentados o desdobramento da interação frequência de fertirrigação versus substrato na avaliação aos 110 DAE para as mudas de *A. macrocarpa*. Observa-se que quando as mudas de angico vermelho foram cultivadas em substrato composto de bagaço de cana mais húmus (7:1; v:v) a frequência de fertirrigação foi influenciada significativamente. Quando o intervalo entre fertirrigações subsequentes foi de 7, 14 e 21 dias as médias de MSC foram maiores em relação à simples irrigação (sem fertilização), exceção feita ao intervalo de 21 dias que não se diferiu da simples irrigação. Por sua vez, quanto as mudas de angico vermelho foram cultivadas na mistura de bagaço de cana mais vermiculita e areia (7:2:1; v:v:v) apenas o intervalo de 21 dias entre uma fertirrigação e outra mostrou-se inferior. Para as mudas cultivadas em substrato comercial e na mistura de bagaço de cana e vermiculita os diferentes intervalos de fertirrigação ou ausência de fertirrigação não influenciou a massa seca de caule das mudas de angico vermelho.

**Tabela 13.** Massa seca da parte aérea (g planta<sup>-1</sup>) de mudas de *A. macrocarpa* aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação | Substrato |           |                               |          |
|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|----------|
|                             | Comercial | BCD+H     | BCD+V+A                       | BCD.+V   |
| 0 dias                      | 0,201 aC  | 0,757 bA  | 0,653 aB                      | 0,263 aC |
| 7 dias                      | 0,159 aB  | 0,831 aA  | 0,773 aA                      | 0,352 aB |
| 14 dias                     | 0,219 aB  | 1,174 aA  | 0,758 aA                      | 0,248 aB |
| 21 dias                     | 0,242 aB  | 0,767 abA | 0,429 bB                      | 0,228 aB |
| DMS (Subs d. fertirrig)     | 0,114     |           | DMS (Fertirrig d. subs) 0,140 |          |
| CV(%)                       | 19,41     |           | CV(%) 25,62                   |          |

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 4.6 Massa seca da raiz – MSR

Os resultados não evidenciaram efeitos significativos da interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato para a variável massa seca de raiz (MSR) nas mudas das espécies estudadas, exceto na avaliação aos 110 DAE para *A. macrocarpa*; os resultados desdobrados são apresentados na Tabela 15. Para as demais avaliações, os resultados são apresentados independentemente para cada frequência de fertirrigação e tipo de substrato (Tabela 14).

**Tabela 14.** Massa seca de raízes ( $\text{g planta}^{-1}$ ) de mudas de *A. macrocarpa* e *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Fontes de variação                            | Dias após a emergência (DAE) |          |         |         |         |
|---|------------------------------|----------|---------|---------|---------|
|   | 50                           | 80       | 110     | 140     | 170     |
| <b>Angico vermelho (<i>A. macrocarpa</i>)</b> |                              |          |         |         |         |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |          |         |         |         |
| 0 dias  | 0,187 a                      | 0,187 a  | 0,234 a | 0,784 a | 0,800 a |
| 7 dias  | 0,202 a                      | 0,244 a  | 0,424 a | 0,846 a | 0,792 a |
| 14 dias                                       | 0,232 a                      | 0,265 a  | 0,228 a | 0,800 a | 0,660 a |
| 21 dias                                       | 0,162 a                      | 0,192 a  | 0,173 a | 0,575 a | 0,565 a |
| DMS   | 0,087                        | 0,011    | 0,405   | 0,363   | 0,393   |
| CV(%)   | 38,28                        | 45,67    | 38,13   | 43,81   | 50,47   |
| <b>Substrato</b>                              |                              |          |         |         |         |
| Substrato Comercial                           | 0,105 c                      | 0,119 c  | 0,170 c | 0,311 c | 0,271 c |
| Composto BCD+H                                | 0,335 a                      | 0,376 a  | 0,380 a | 1,130 a | 1,450 a |
| Composto de BCD+V+A                           | 0,230 b                      | 0,246 b  | 0,265 b | 0,699 b | 0,853 b |
| Composto de BCD+V                             | 0,123 c                      | 0,145 c  | 0,243 b | 0,360 c | 0,246 c |
| DMS   | 0,077                        | 0,063    | 0,178   | 0,234   | 0,349   |
| CV(%)   | 40,83                        | 29,99    | 40,59   | 32,69   | 51,54   |
| <b>Cedro rosa (<i>C. odorata</i>)</b>         |                              |          |         |         |         |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |          |         |         |         |
| 0 dias  | 0,369 a                      | 0,589 a  | 0,660 a | 1,062 a | 1,372 a |
| 7 dias  | 0,340 a                      | 0,449 ab | 0,516 a | 1,195 a | 1,335 a |
| 14 dias                                       | 0,229 b                      | 0,319 bc | 0,591 a | 1,080 a | 1,141 a |
| 21 dias                                       | 0,246 b                      | 0,298 c  | 0,515 a | 1,333 a | 1,009 a |
| DMS   | 0,090                        | 0,138    | 0,289   | 0,382   | 0,393   |
| CV(%)   | 28,00                        | 32,87    | 25,25   | 36,15   | 43,41   |
| <b>Substrato</b>                              |                              |          |         |         |         |
| Substrato Comercial                           | 0,172 b                      | 0,213 b  | 0,228 c | 0,704 c | 0,481 c |
| Composto BCD+H                                | 0,467 a                      | 0,653 a  | 1,067 a | 1,934 a | 2,363 a |
| Composto de BCD+V+A                           | 0,375 a                      | 0,537 a  | 0,736 b | 1,552 b | 1,645 b |
| Composto de BCD+V                             | 0,170 b                      | 0,213 b  | 0,250 c | 0,481 c | 0,367 c |
| DMS   | 0,135                        | 0,200    | 0,317   | 0,382   | 0,393   |
| CV(%)   | 22,11                        | 23,42    | 33,45   | 29,07   | 38,12   |

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A massa de matéria seca das raízes tem sido reconhecida por diferentes autores como sendo um dos mais importantes e melhores parâmetros para se estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (GOMES, 2001). Este autor trabalhando com mudas de aroeira do sertão observou valores de massa seca de raiz semelhantes com e sem aplicação de nutriente.

Entretanto, estes resultados são divergentes dos encontrados por outros autores. Braga et al. (1995) verificaram que o crescimento radicular das mudas de *Acacia mangium* foi severamente reduzido na ausência de nutrientes. Trabalhando com mudas de sete-casca (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke), Cruz et al. (2006) verificaram maior desenvolvimento do sistema radicular em resposta à aplicação de nutrientes.

No presente trabalho, para as duas espécies estudadas, a mistura de bagaço de cana decomposto e húmus (7:3; v:v), mostrou-se superior aos demais tipos de substratos, em todas as avaliações (Tabela 14) seguido pela mistura de bagaço mais vermiculita e areia (7:2:1; v:v:v), substrato comercial, e o composto de bagaço e vermiculita (7:3; v:v).

Para Minami e Puchala (2000), as características físicas e químicas do substrato devem oferecer as melhores condições para que haja um excelente desenvolvimento das mudas. No presente trabalho, o substrato constituído de bagaço de cana mais húmus (7:1; v:v), que na análise química apresentou as melhores características (Tabela 1), também foi o substrato que melhor refletiu os parâmetros de qualidade de mudas. Assim, confirma-se que substratos com melhores características químicas produzirão mudas de melhor qualidade, garantindo a manutenção do sistema radicular, do suprimento de água e de nutrientes, e as trocas gasosas entre as raízes, para que a planta demonstre todo o seu potencial produtivo (Macedo, 1993).

Na tabela 15 são apresentados o desdobramento da interação frequência de fertirrigação versus substrato na avaliação aos 110 DAE para as mudas de *A. macrocarpa*. Observa-se que a frequência de fertirrigação não influenciou significativamente o sistema radicular em nenhum tipo de substrato. Entretanto, ao se analisar os diferentes tipos de substrato observa-se quando as mudas de angico vermelho foram cultivadas em bagaço de cana mais húmus (7:1; v:v) e na mistura de bagaço de cana mais vermiculita e areia (7:2:1; v:v:v) que ocorreu um melhor desenvolvimento do sistema radicular.

**Tabela 15.** Massa seca de raiz ( $\text{g planta}^{-1}$ ) de mudas de *A. macrocarpa* aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação | Substrato |          |                               |          |
|-----------------------------|-----------|----------|-------------------------------|----------|
|                             | Comercial | BCD+H    | BCD+V+A                       | BCD.+V   |
| 0 dias                      | 0,142 aB  | 0,385 aA | 0,226 aA                      | 0,183 aB |
| 7 dias                      | 0,327 aA  | 0,426 aA | 0,359 aA                      | 0,582 aA |
| 14 dias                     | 0,123 aB  | 0,413 aA | 0,254 aAB                     | 0,120 aB |
| 21 dias                     | 0,089 aB  | 0,294 aA | 0,221 aA                      | 0,086 aB |
| DMS (Subs d. fertirrig)     | 0,206     |          | DMS (Fertirrig d. subs) 0,478 |          |
| CV(%) 11,80                 |           |          | CV(%) 38,15                   |          |

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.7 Massa seca total

Não houve interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato para a variável massa seca total (MST) para as duas espécies estudadas, exceto na avaliação aos 110 DAE para a espécie *A. macrocarpa*, e os dados foram desdobrados e são apresentados na Tabela 17. Para as demais avaliações, os resultados são apresentados independentemente para cada frequência de fertirrigação e tipo de substrato (Tabela 16).

**Tabela 16.** Massa seca total ( $\text{g planta}^{-1}$ ) de *A. macrocarpa* e *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Fontes de variação                            | Dias após a emergência (DAE) |         |         |         |         |
|---|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
|   | 50                           | 80      | 110     | 140     | 170     |
| <b>Angico vermelho (<i>A. macrocarpa</i>)</b> |                              |         |         |         |         |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |         |         |         |         |
| 0 dias  | 0,505 a                      | 0,565 a | 0,713 a | 1,376 a | 1,731 a |
| 7 dias  | 0,543 a                      | 0,636 a | 0,726 a | 1,570 a | 1,865 a |
| 14 dias                                       | 0,534 a                      | 0,593 a | 0,822 a | 1,517 a | 1,610 a |
| 21 dias                                       | 0,479 a                      | 0,515 a | 0,518 a | 1,179 a | 1,288 a |
| DMS   | 0,189                        | 0,209   | 0,304   | 0,530   | 0,629   |
| Cv(%)   | 33,23                        | 33,03   | 11,40   | 34,78   | 36,78   |
| <b>Substrato</b>                              |                              |         |         |         |         |
| Substrato Comercial                           | 0,238 c                      | 0,263 c | 0,293 c | 0,520 b | 0,492 c |
| Composto BCD+H                                | 0,895 a                      | 1,025 a | 1,253 a | 2,399 a | 3,110 a |
| Composto de BCD+V+A                           | 0,587 b                      | 0,659 b | 0,918 b | 2,080 a | 2,036 b |
| Composto de BCD+V                             | 0,340 c                      | 0,350 c | 0,314 c | 0,641 b | 0,556 c |
| DMS   | 0,150                        | 0,172   | 0,191   | 0,339   | 0,503   |
| Cv(%)   | 30,61                        | 31,47   | 15,01   | 28,91   | 34,07   |
| <b>Cedro rosa (<i>C. odorata</i>)</b>         |                              |         |         |         |         |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |         |         |         |         |
| 0 dias  | 0,713 a                      | 0,985 a | 1,124 a | 1,648 a | 2,200 a |

|                     |         |         |         |         |         |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 7 dias              | 0,795 a | 1,042 a | 1,058 a | 2,174 a | 2,984 a |
| 14 dias             | 0,561 b | 0,721 b | 1,200 a | 1,894 a | 2,556 a |
| 21 dias             | 0,602 b | 0,722 b | 1,170 a | 2,170 a | 2,174 a |
| DMS                 | 0,181   | 0,256   | 0,361   | 0,572   | 1,150   |
| Cv(%)               | 24,48   | 26,73   | 29,79   | 26,28   | 42,65   |
| <b>Substrato</b>    |         |         |         |         |         |
| Substrato Comercial | 0,388 c | 0,483 c | 0,469 c | 1,077 c | 1,134 c |
| Composto BCD+H      | 1,128 a | 1,500 a | 2,175 a | 3,538 a | 4,889 a |
| Composto de BCD+V+A | 0,787 b | 1,037 b | 1,308 b | 2,492 b | 3,040 b |
| Composto de BCD+V   | 0,369 c | 0,450 c | 0,439 c | 0,776 c | 0,704 d |
| DMS                 | 0,190   | 0,286   | 0,423   | 0,457   | 0,656   |
| Cv(%)               | 29,86   | 34,66   | 40,49   | 24,34   | 28,20   |

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como obtido no presente estudo com as duas espécies utilizadas, Nicoloso et al. (2001), trabalhando com mudas de grábia, também notaram que a massa seca total da planta apresentou resposta semelhante àquela observada na massa seca da parte aérea no referido experimento. Estes resultados podem ser explicados em virtude que esta variável é o somatório das massas da parte aérea e da raiz, portanto, apresentando comportamento semelhante à variável massa seca da parte aérea e massa seca de raiz.

Neste trabalho, para as mudas das duas espécies estudadas observa-se que a fertirrigação não influenciou de forma significativa o desenvolvimento da planta como um todo. No entanto, Dias et al. (1991) verificaram que mudas de *Acacia mangium* responderam positivamente à aplicação de nutrientes ao substrato, tendo propiciado consideráveis aumentos na produção de matéria seca das plantas de uma maneira geral.

Ao se analisar os tipos de substratos verifica-se, para as duas espécies estudadas, que a mistura de bagaço de cana decomposto e húmus (7:3; v:v), proporcionou o melhor desenvolvimento da planta, diferenciando-se dos demais tipos de substratos, em todas as avaliações (Tabela 16). Na seqüência vem à mistura de bagaço + vermiculita + areia (7:2:1; v:v:v) e com valores inferiores o substrato comercial e o composto de bagaço e vermiculita (7:3; v:v). Portanto, como demonstrado para as demais variáveis já mencionadas esta mistura de bagaço de cana e húmus na proporção volumétrica 7:3 proporcionou mudas de angigo vermelho e de cedro rosa mais vigorosas. Além de que se deve considerar que, quanto maior for esse valor, melhor será a qualidade das mudas produzidas. Nesta mesma linha de pesquisa, Leles et al. (1998) observaram que mudas de jatobá

(*Hymenaea courbaril* L. Var.) foram favorecidas positivamente à aplicação do bagaço de cana + torta de filtro, embora tenha ocorrido clorose durante a fase inicial de viveiro.

Ferreira et al. (1997) constataram que a adição de compostos orgânicos à terra de subsolo favoreceu o crescimento do eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden). Entretanto, Fernandes et al. (1992), observaram que o melhor substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus masculata* Hook, em bandejas de isopor, foi a terra + vermiculita (2:1, para volume). Para a produção de mudas de *Acacia mearnsii* L.,

Barroso et al. (1998) trabalhando com mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) encontraram os maiores valores de massa seca da parte aérea e de raiz nas mudas produzidas com bagaço de cana + torta de filtro, na proporção volumétrica de 3:2.

Na tabela 17 são apresentados os dados desdobrados para a interação freqüência de fertirrigação versus substrato na avaliação aos 110 DAE para as mudas de *A. macrocarpa*. Quando as mudas de angico vermelho foram cultivadas em substrato composto de bagaço de cana e húmus (7:3; v:v), a freqüência da fertirrigação a cada 14 dias mostrou-se superior as demais freqüências, bem como a ausência da fertirrigação, apresentando aos 110 DAE produção de massa seca total de 1,59 g/planta.

Essa superioridade da freqüência a cada 14 dias em relação à fertirrigação a cada 7 dias, podem ser explicados em parte, devido ao suprimento de nutrientes proporcionado pelo húmus (matéria orgânica decomposta) contido no substrato. Por sua vez, quando as mudas foram cultivadas na mistura de bagaço, vermiculita e areia (7:2:1; v:v:v) a freqüência de fertirrigação a cada 7 e 14 dias apresentaram os maiores valores de massa seca total 1,13 e 1,01 g/planta, respectivamente, se diferenciando da freqüência a cada 21 dias (0,65 g/planta) e da ausência de fertirrigação (0,88 g/planta).

Entretanto, quando as mudas de angico vermelho são cultivadas em substrato comercial ou em bagaço de cana e vermiculita (7:3; v:v) a fertirrigação não influencia positivamente o desenvolvimento da planta.

**Tabela 17.** Massa seca total (g planta<sup>-1</sup>) de *A. macrocarpa* aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação | Substrato |              |                               |                  |
|-----------------------------|-----------|--------------|-------------------------------|------------------|
|                             | Comercial | Bagaço+Húmus | Bag.+Verm.+Areia              | Bag.+Vermiculita |
| 0 dias                      | 0,292 aC  | 1,298 bA     | 0,879 bB                      | 0,383 aC         |
| 7 dias                      | 0,229 aC  | 1,068 cA     | 1,132 aA                      | 0,473 aB         |
| 14 dias                     | 0,320 aC  | 1,586 aA     | 1,013 aAB                     | 0,367 aA         |
| 21 dias                     | 0,331 aC  | 1,060 cA     | 0,649 cB                      | 0,031 aC         |
| DMS (Subs d. fertirrig)     | 0,204     |              | DMS (Fertirrig d. subs) 0,191 |                  |
| CV(%) 11,40                 |           |              | CV(%) 15,01                   |                  |

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.8 Relação parte área e raiz

Os resultados não evidenciaram efeitos significativos da interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato para a variável relação massa seca da parte aérea e massa seca de raiz (MSPA/MSR) para as duas espécies estudadas, e os dados são apresentados independentemente para cada frequência de fertirrigação e tipo de substrato (Tabela 18).

**Tabela 18.** Relação parte aérea/raiz de plantas de mudas de *A. macrocarpa* e *C. odorata*) durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Fontes de variação                            | Dias após a emergência (DAE) |         |        |         |        |
|---|------------------------------|---------|--------|---------|--------|
|   | 50                           | 80      | 110    | 140     | 170    |
| <b>Angico vermelho (<i>A. macrocarpa</i>)</b> |                              |         |        |         |        |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |         |        |         |        |
| 0 dias  | 0,67 a                       | 0,85 a  | 0,43 a | 1,37 a  | 1,04 a |
| 7 dias  | 0,82 a                       | 0,74 bc | 0,47 a | 1,36 a  | 0,97 a |
| 14 dias                                       | 0,82 a                       | 0,86 a  | 0,42 a | 1,24 a  | 0,79 a |
| 21 dias                                       | 0,59 a                       | 0,61 c  | 0,43 a | 1,11 a  | 0,78 a |
| DMS   | 0,27                         | 0,13    | 0,12   | 0,48    | 0,46   |
| CV(%)   | 35,84                        | 16,42   | 24,67  | 34,27   | 46,31  |
| <b>Substrato</b>                              |                              |         |        |         |        |
| Substrato Comercial                           | 0,62 a                       | 0,84 a  | 0,44 a | 1,46 a  | 0,95 a |
| Composto BCD+H                                | 0,90 a                       | 0,65 a  | 0,45 a | 0,91 b  | 1,01 a |
| Composto de BCD+V+A                           | 0,66 a                       | 0,68 a  | 0,42 a | 1,42 a  | 0,76 a |
| Composto de BCD+V                             | 0,64 a                       | 0,84 a  | 0,43 a | 1,20 ab | 0,86 a |
| DMS   | 0,23                         | 0,23    | 0,10   | 0,41    | 0,34   |
| CV(%)   | 36,02                        | 32,99   | 22,67  | 33,54   | 39,60  |
| <b>Cedro rosa (<i>C. odorata</i>)</b>         |                              |         |        |         |        |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |         |        |         |        |
| 0 dias  | 0,94 a                       | 1,13 a  | 1,31 a | 2,01 a  | 1,85 a |
| 7 dias  | 0,80 a                       | 0,80 b  | 0,99 a | 1,30 a  | 0,89 b |

|                     |        |        |         |         |         |
|---------------------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 14 dias             | 0,81 a | 0,90 b | 1,04 a  | 1,73 a  | 0,86 b  |
| 21 dias             | 0,76 a | 0,75 b | 1,12 a  | 1,79 a  | 0,87 b  |
| DMS                 | 0,25   | 0,21   | 0,40    | 0,74    | 0,43    |
| CV(%)               | 27,18  | 20,80  | 32,91   | 39,16   | 34,82   |
| <b>Substrato</b>    |        |        |         |         |         |
| Substrato Comercial | 0,83 a | 0,81 a | 0,93 b  | 2,08 a  | 0,79 c  |
| Composto BCD+H      | 0,72 a | 0,78 a | 0,97 ab | 1,26 b  | 0,96 bc |
| Composto de BCD+V+A | 0,91 a | 1,06 a | 1,31 a  | 1,86 ab | 1,42 a  |
| Composto de BCD+V   | 0,87 a | 0,93 a | 1,24 ab | 1,64 ab | 1,31 ab |
| DMS                 | 0,33   | 0,33   | 0,37    | 0,61    | 0,467   |
| CV(%)               | 42,02  | 38,16  | 34,69   | 37,37   | 43,26   |

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A relação MSPA/MSR é um indicativo da probabilidade de sobrevivência da mudas no campo. Para mudas de *Pinus taeda*, *P. ellioti*, *P. echinata* e *P. palustris*, a importância dessa relação foi confirmada, sendo os seus valores determinados entre 1,0 e 3,0 (WAKELEY, 1954, citado por GOMES, 2001). Daniel *et al.* (1997) encontraram valor de equilíbrio desta relação, no cultivo de mudas de *Acacia mangium*, em um valor estimado de 2,2. Em mudas de angico vermelho Schumacher *et al.* (2004) encontraram o melhor equilíbrio entre a matéria seca da parte aérea e da raiz com valores variando de 2,0 a 2,2.

Para as espécies utilizadas no presente trabalho, os valores obtidos para este índice de qualidade após os 140 DAE variaram entre 0,76 e 1,46 para as mudas de angico vermelho e de 0,79 e 2,08 para as mudas de cedro rosa (Tabela 18).

Portanto, constata-se que no presente estudo que este índice de qualidade encontra-se abaixo dos valores pré-estabelecidos como ideais para outras espécies florestais. Este menor valor se deve ao maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Pois, ao avaliar duas mudas com massa seca da parte aérea semelhantes, a muda que apresentar um maior valor de massa de matéria seca do sistema radicular, irá possuir um menor índice da relação MSPA/MSR e, conseqüentemente mudas menos equilibradas. Mudas grandes com desfavorável balanço entre o sistema radicular e a parte aérea têm menor chance de sobreviver.

Kozlowski (1966) defendendo a tese de que os programas de fertilização não devem objetivar a produção de mudas de máximo desenvolvimento por serem de baixa qualidade fisiológica, em termos de potencial de sobrevivência. Fertilização excessiva produz mudas não indicadas ao plantio, com tecidos suculentos e relação parte aérea/raiz desequilibrada.

De modo geral, observa-se que os maiores índices são encontrados quando não houve a fertirrigação (ausência de aplicação de nutrientes). Resultados estes que podem ser explicados, em parte, devido que o não fornecimento de nutriente teve efeitos negativos mais expressivos sobre o sistema radicular do que sobre a parte aérea, e com isso valores mais elevados da relação MSPA/MSR.

#### 4.9 Índice de qualidade de Dickson

Os resultados não evidenciaram efeitos significativos da interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato para o índice de qualidade de Dickson, nas mudas de cedro rosa (*C. odorata*) e os dados são apresentados independentemente para cada frequência de fertirrigação e tipo de substrato (Tabela 19). Entretanto, para as mudas de angico vermelho (*A. macrocarpa*) houve interação significativa entre frequência da fertirrigação e tipo de substrato em todas as avaliações, exceto na avaliação aos 170 DAE e os dados foram desdobrados e são apresentados, nas Tabelas 20 a 23.

**Tabela 19.** Índice de qualidade Dickson de mudas de *A. macrocarpa* e *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Fontes de variação                            | Dias após a emergência (DAE) |         |         |         |         |
|---|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
|   | 50                           | 80      | 110     | 140     | 170     |
| <b>Angico vermelho (<i>A. macrocarpa</i>)</b> |                              |         |         |         |         |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |         |         |         |         |
| 0 dias  | 0,077 a                      | 0,086 a | 0,088 a | 0,156 a | 0,297 a |
| 7 dias  | 0,074 a                      | 0,083 a | 0,084 a | 0,123 a | 0,223 a |
| 14 dias                                       | 0,076 a                      | 0,087 a | 0,104 a | 0,107 a | 0,168 a |
| 21 dias                                       | 0,059 a                      | 0,065 a | 0,065 a | 0,085 a | 0,140 a |
| DMS   | 0,038                        | 0,042   | 0,044   | 0,078   | 0,122   |
| CV(%)   | 22,14                        | 21,26   | 25,88   | 30,39   | 41,60   |
| <b>Substrato</b>                              |                              |         |         |         |         |
| Substrato Comercial                           | 0,048 b                      | 0,054 b | 0,045 b | 0,060 b | 0,087 b |
| Composto BCD+H                                | 0,101 a                      | 0,113 a | 0,135 a | 0,181 a | 0,333 a |
| Composto de BCD+V+A                           | 0,081 a                      | 0,091 a | 0,103 a | 0,155 a | 0,326 a |
| Composto de BCD+V                             | 0,057 b                      | 0,063 b | 0,058 b | 0,075 b | 0,082 b |
| DMS   | 0,036                        | 0,040   | 0,042   | 0,037   | 0,042   |
| CV(%)   | 28,30                        | 27,52   | 27,03   | 33,46   | 45,99   |
| <b>Cedro rosa (<i>C. odorata</i>)</b>         |                              |         |         |         |         |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |         |         |         |         |

|                     |         |          |         |         |         |
|---------------------|---------|----------|---------|---------|---------|
| 0 dias              | 0,163 a | 0,240 a  | 0,303 a | 0,731 a | 0,765 a |
| 7 dias              | 0,162 a | 0,216 ab | 0,337 a | 0,822 a | 0,809 a |
| 14 dias             | 0,126 b | 0,166 bc | 0,292 a | 0,699 a | 0,683 a |
| 21 dias             | 0,082 b | 0,102 c  | 0,272 a | 0,753 a | 0,631 a |
| DMS                 | 0,051   | 0,078    | 0,134   | 0,302   | 0,466   |
| CV(%)               | 21,66   | 25,97    | 40,35   | 36,32   | 47,30   |
| <b>Substrato</b>    |         |          |         |         |         |
| Substrato Comercial | 0,102 b | 0,126 b  | 0,139 b | 0,041 b | 0,316 c |
| Composto BCD+H      | 0,201 a | 0,283 a  | 0,483 a | 0,122 a | 1,335 a |
| Composto de BCD+V+A | 0,182 a | 0,249 a  | 0,444 a | 0,101 a | 1,010 b |
| Composto de BCD+V   | 0,082 b | 0,102 b  | 0,138 b | 0,034 b | 0,227 c |
| DMS                 | 0,051   | 0,078    | 0,145   | 0,025   | 0,253   |
| CV(%)               | 37,70   | 43,30    | 40,32   | 35,03   | 36,75   |

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Gomes (2001) afirmou que o IQD é uma fórmula balanceada, em que se incluem as relações dos parâmetros morfológicos como MST, MSPA MSR, H e D, tendo esse índice de qualidade sido desenvolvido por Dickson et al. (1960), trabalhando com mudas de *Picea glauca* e *Pinus monticola*. No presente trabalho, a análise de variância não mostrou ter havido resposta significativa desse índice de qualidade de mudas a diferentes freqüências de fertirrigação, exceto nas avaliações aos 50 e 80 DAE nas mudas de cedro rosa.

Quanto aos tipos de substratos os maiores valores encontrado para esse índice de qualidade de mudas foi obtido com a mistura de bagaço de cana e húmus (7:3; v:v) e bagaço, vermiculita e areia (7:2:1; v:v:v) nas mudas de angico-vermelho, tendo-se calculado um valor, aos 170 DAE, de 0,333 e 0,326, respectivamente (Tabela 19). Comportamento este também evidenciado para as mudas de cedro rosa, exceção feita na avaliação aos 170 DAE, onde a mistura bagaço de cana e húmus apresentou índices superiores aos demais tipos de substratos, com valores calculado de 1,335. Segundo Gomes (2001), quanto maior o valor desse índice, melhor o padrão de qualidade das mudas.

Na tabela 20 são apresentados os dados desdobrados para a interação freqüência de fertirrigação versus substrato na avaliação aos 50 DAE para as mudas de *A. macrocarpa*.

**Tabela 20.** Índice de qualidade Dickson de mudas de *A. macrocarpa* aos 50 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação | Substrato |          |                               |           |
|-----------------------------|-----------|----------|-------------------------------|-----------|
|                             | Comercial | BCD+H    | BCD+V+A                       | BCD+V     |
| 0 dias                      | 0,069 aAB | 0,104 aA | 0,073 abAB                    | 0,063 aB  |
| 7 dias                      | 0,040 aC  | 0,107 aA | 0,091 abAB                    | 0,057 aBC |
| 14 dias                     | 0,046 aB  | 0,100 aA | 0,102 aA                      | 0,057 aB  |
| 21 dias                     | 0,036 aB  | 0,091 bA | 0,058 bAB                     | 0,052 aB  |
| DMS (Subs d. fertirrig)     | 0,386     |          | DMS (Fertirrig d. subs) 0,363 |           |
| CV(%)                       | 22,14     |          | CV(%) 28,30                   |           |

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 21 são apresentados os dados desdobrados para a interação frequência de fertirrigação versus substrato na avaliação aos 80 DAE para as mudas de *A. macrocarpa*.

**Tabela 21.** Índice de qualidade Dickson de mudas de *A. macrocarpa* aos 80 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação | Substrato |          |                               |          |
|-----------------------------|-----------|----------|-------------------------------|----------|
|                             | Comercial | BCD+H    | BCD+V+A                       | BCD+V    |
| 0 dias                      | 0,079 aAB | 0,114 aA | 0,085 abAB                    | 0,067 aB |
| 7 dias                      | 0,046 aC  | 0,118 aA | 0,103 abAB                    | 0,065 aC |
| 14 dias                     | 0,048 aB  | 0,122 aA | 0,113 aA                      | 0,066 aB |
| 21 dias                     | 0,042 aB  | 0,099 aA | 0,064 bAB                     | 0,055 aB |
| DMS (Subs d. fertirrig)     | 0,042     |          | DMS (Fertirrig d. subs) 0,040 |          |
| CV(%)                       | 21,26     |          | CV(%) 27,52                   |          |

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 22 são apresentados os dados desdobrados para a interação frequência de fertirrigação versus substrato na avaliação aos 110 DAE para as mudas de *A. macrocarpa*.

**Tabela 22.** Índice de qualidade Dickson de mudas de *A. macrocarpa* aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação | Substrato |           |                               |           |
|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|-----------|
|                             | Comercial | BCD+H     | BCD+V+A                       | BCD+V     |
| 0 dias                      | 0,050 aC  | 0,133 abA | 0,101 abAB                    | 0,069 aBC |
| 7 dias                      | 0,033 aB  | 0,121 bA  | 0,114 aA                      | 0,068 aB  |
| 14 dias                     | 0,059 aB  | 0,169 aA  | 0,128 aA                      | 0,060 aB  |
| 21 dias                     | 0,039 aB  | 0,117 bA  | 0,068 bB                      | 0,036 aB  |
| DMS (Subs d. fertirrig)     | 0,044     |           | DMS (Fertirrig d. subs) 0,042 |           |
| CV(%)                       | 25,88     |           | CV(%) 27,03                   |           |

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 23 são apresentados os dados desdobrados para a interação frequência de fertirrigação versus substrato na avaliação aos 140 DAE para as mudas de *A. macrocarpa*.

**Tabela 23.** Índice de qualidade Dickson de mudas de *A. macrocarpa* aos 140 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação | Substrato |          |                               |          |
|-----------------------------|-----------|----------|-------------------------------|----------|
|                             | Comercial | BCD+H    | BCD+V+A                       | BCD+V    |
| 0 dias                      | 0,104 aC  | 0,387 aA | 0,115 bAB                     | 0,075 aC |
| 7 dias                      | 0,132 aA  | 0,321 aA | 0,322 bA                      | 0,117 aA |
| 14 dias                     | 0,062 aB  | 0,296 aA | 0,244 bAB                     | 0,071 aB |
| 21 dias                     | 0,050 aB  | 0,329 aA | 0,622 aB                      | 0,066 aB |
| DMS (Subs d. fertirrig)     | 0,229     |          | DMS (Fertirrig d. subs) 0,212 |          |
| Cv(%) 34,60                 |           |          | Cv(%) 45,80                   |          |

Média seguida da mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.10 Taxa de crescimento absoluto

Os resultados não evidenciaram efeitos significativos da interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato para a variável taxa de crescimento absoluto (TCA) para as duas espécies estudadas, e os dados são apresentados independentemente para cada frequência de fertirrigação e tipo de substrato (Tabela 24).

A taxa de crescimento absoluto (TCA) indica o incremento de matéria da parte aérea da planta entre duas amostragens. Observa-se na Tabela 24 que a TCA foi aumentando com o crescimento inicial (vegetativo) das mudas, alcançando os valores máximos no período entre 110 a 140 DAE, onde chegou a atingir valores de 1,42 e 1,19 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente, para as mudas de angico vermelho e cedro rosa.

**Tabela 24.** Taxa de crescimento absoluto (g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) de plantas de *A. macrocarpa* e *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Fontes de variação                            | Dias após a emergência (DAE) |          |           |           |
|---|------------------------------|----------|-----------|-----------|
|   | 50 - 80                      | 80 - 110 | 110 - 140 | 140 - 170 |
| <b>Angico vermelho (<i>A. macrocarpa</i>)</b> |                              |          |           |           |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |          |           |           |
| 0 dias  | 0,097 a                      | 0,102 b  | 0,854 a   | 0,323 a   |
| 7 dias  | 0,110 a                      | 0,083 b  | 0,787 a   | 0,524 a   |

|                                       |          |          |          |         |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|---------|
| 14 dias                               | 0,083 a  | 0,244 a  | 0,739 a  | 0,596 a |
| 21 dias                               | 0,080 a  | 0,171 ab | 0,807 a  | 0,582 a |
| DMS                                   | 0,087    | 0,114    | 0,223    | 0,119   |
| Cv(%)                                 | 37,85    | 35,64    | 24,60    | 21,35   |
| <b>Substrato</b>                      |          |          |          |         |
| Substrato Comercial                   | 0,050 b  | 0,048 b  | 0,286 b  | 0,148 d |
| Composto BCD+H                        | 0,188 a  | 0,282 a  | 1,419 a  | 1,174 a |
| Composto de BCD+V+A                   | 0,075 b  | 0,186 a  | 1,230 a  | 0,427 b |
| Composto de BCD+V                     | 0,058 b  | 0,084 b  | 0,340 b  | 0,277 c |
| DMS                                   | 0,066    | 0,097    | 0,272    | 0,122   |
| Cv(%)                                 | 18,75    | 35,65    | 34,56    | 25,21   |
| <b>Cedro rosa (<i>C. odorata</i>)</b> |          |          |          |         |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>    |          |          |          |         |
| 0 dias                                | 0,272 a  | 0,140 c  | 0,519 b  | 0,285 b |
| 7 dias                                | 0,263 a  | 0,419 b  | 0,994 a  | 0,285 b |
| 14 dias                               | 0,178 ab | 0,665 a  | 0,818 ab | 0,469 a |
| 21 dias                               | 0,332 b  | 0,322 b  | 0,915 a  | 0,360 b |
| DMS                                   | 0,099    | 0,101    | 0,379    | 0,089   |
| Cv(%)                                 | 41,11    | 23,75    | 36,42    | 22,43   |
| <b>Substrato</b>                      |          |          |          |         |
| Substrato Comercial                   | 0,099 c  | 0,208 c  | 0,537 b  | 0,181 c |
| Composto BCD+H                        | 0,421 a  | 0,785 a  | 1,189 a  | 0,629 a |
| Composto de BCD+V+A                   | 0,273 b  | 0,362 b  | 1,114 a  | 0,298 b |
| Composto de BCD+V                     | 0,081 c  | 0,193 c  | 0,405 b  | 0,291 b |
| DMS                                   | 0,112    | 0,085    | 0,245    | 0,100   |
| Cv(%)                                 | 35,80    | 23,19    | 31,47    | 29,97   |

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.11 Condutividade elétrica do substrato

Os resultados não evidenciaram efeitos significativos da interação entre frequência de fertirrigação e tipo de substrato para a condutividade do substrato, nas mudas de cedro rosa (*C. odorata*) e os dados são apresentados independentemente para cada frequência de fertirrigação e tipo de substrato (Tabela 25). Entretanto, para as mudas de angico vermelho (*A. macrocarpa*) houve interação significativa entre frequência da fertirrigação e tipo de substrato em todas as avaliações, exceto na avaliação aos 170 DAE e os dados foram desdobrados e são apresentados, nas Tabelas 26 a 29.

**Tabela 25.** Condutividade do substrato ( $\text{mS cm}^{-2}$ ) cultivado com plantas de *A. macrocarpa* e *C. odorata* durante a fase inicial de desenvolvimento em função da frequência de fertirrigação e do tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Fontes de variação                            | Dias após a emergência (DAE) |        |         |        |                   |
|---|------------------------------|--------|---------|--------|-------------------|
|   | 50                           | 80     | 110     | 140    | 170               |
| <b>Angico vermelho (<i>A. macrocarpa</i>)</b> |                              |        |         |        |                   |
| <b>Frequência de fertirrigação</b>            |                              |        |         |        |                   |
| 0 dias  | 1,39 c                       | 1,12 c | 2,34 d  | 2,39c  | 2,87 c            |
| 7 dias  | 2,17 b                       | 2,41 b | 4,95 c  | 6,77 b | 5,54 c            |
| 14 dias                                       | 2,91 b                       | 2,45 b | 5,68 b  | 7,08 a | 8,52 b            |
| 21 dias                                       | 4,34 a                       | 4,26 a | 6,77 a  | 8,38 a | 12,40 a           |
| DMS   | 0,76                         | 0,76   | 0,97    | 1,96   | 1,45              |
| Cv(%)   | 16,53                        | 15,44  | 11,20   | 17,18  | 13,16             |
| <b>Substrato</b>                              |                              |        |         |        |                   |
| Substrato Comercial                           | 1,61 b                       | 2,20 b | 2,29 b  | 3,02 b | 3,43 b            |
| Composto BCD+H                                | 3,45 a                       | 3,62 a | 6,10 a  | 8,64 a | 8,19 <sup>a</sup> |
| Composto de BCD+V+A                           | 2,36 b                       | 2,43 b | 4,71 b  | 6,39 b | 7,75 a            |
| Composto de BCD+V                             | 2,59 b                       | 2,67 b | 5,11 b  | 5,62 b | 8,14 a            |
| DMS   | 0,73                         | 0,73   | 0,96    | 1,21   | 1,60              |
| Cv(%)   | 13,81                        | 13,56  | 9,05    | 25,30  | 21,38             |
| <b>Cedro rosa (<i>C. odorata</i>)</b>         |                              |        |         |        |                   |
| <b>Frequência de irrigação</b>                |                              |        |         |        |                   |
| 0 dias  | 2,66 d                       | 2,15 d | 2,80 d  | 2,45 d | 2,47 d            |
| 7 dias  | 2,13 c                       | 2,41 c | 4,94 c  | 5,77 c | 6,43 c            |
| 14 dias                                       | 2,91 b                       | 2,90 b | 5,68 b  | 7,08 b | 8,76 b            |
| 21 dias                                       | 4,34 a                       | 4,26 a | 6,77 a  | 8,38 a | 10,87 a           |
| DMS   | 0,51                         | 0,48   | 0,66    | 1,26   | 1,45              |
| Cv(%)   | 17,35                        | 11,44  | 10,56   | 24,65  | 13,16             |
| <b>Substrato</b>                              |                              |        |         |        |                   |
| Substrato Comercial                           | 2,61 b                       | 2,65 b | 2,29 b  | 3,02 b | 2,83 a            |
| Composto BCD+H                                | 3,52 a                       | 3,62 a | 6,09 a  | 8,64 a | 8,14 a            |
| Composto de BCD+V+A                           | 2,36 b                       | 2,43 b | 4,71 b  | 6,39 b | 7,75 a            |
| Composto de BCD+V                             | 2,59 b                       | 2,67 b | 5,11 ab | 5,62   | 8,19 a            |
| DMS   | 0,36                         | 0,37   | 0,46    | 1,61   | 1,60              |
| Cv(%)   | 19,75                        | 13,56  | 11,23   | 21,46  | 21,38             |

Média seguida da mesma letra na coluna, para cada fator, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No presente trabalho, pode-se observar em ambas as espécies que quanto maior foi o intervalo de fertirrigação maior foi à carga de sais presentes na solução nutritiva, desse modo contribuindo para a obtenção de maiores valores de condutividade elétrica do substrato (Tabela 25). Aos 170 DAE os valores de condutividade elétrica do substrato quando se cultivou as mudas de angico vermelho foi de 5,5; 8,5 e 12,4  $\text{mS cm}^{-2}$  para os intervalos de 7, 14 e 21 dias, respectivamente. Já quando se cultivou mudas de cedro rosa os valores obtidos foram de 6,4; 8,8 e 10,9  $\text{mS cm}^{-2}$  para os intervalos de 7, 14 e 21 dias, respectivamente.

Os menores valores de condutividade elétrica do substrato foram encontrados nos tratamentos que não receberam fertirrigação. Resultados estes já esperados, em virtude de que não houve o fornecimento de nutrientes (sais solúveis), e assim não afetando a condutividade do substrato. Além de que com a simples irrigação pode promover a lixiviação de sais (nutrientes) presentes no substrato.

De modo geral, observa-se no presente estudo, que a mistura de bagaço de cana e húmus (7:3; v:v) apresentou os maiores valores de condutividade elétrica em todas as avaliações, diferenciando-se dos demais tipos de substratos (Tabela 25). Estes resultados podem ser explicados, em parte, devido à presença do húmus nesse substrato que possui alta capacidade de reter cátions (nutrientes).

Outro fato ocorrido foi o uso da indicação de fertilização adaptada para as espécies aqui em estudo, assim as doses aplicadas na fertilização foram super estimadas contribuindo para o aumento da condutividade elétrica das misturas.

Na tabela 26 são apresentados os dados desdobrados para a interação freqüência de fertirrigação versus substrato na avaliação aos 50 DAE para as mudas de *A. macrocarpa*.

**Tabela 26.** Condutividade do substrato ( $\text{mS cm}^{-2}$ ) cultivado com mudas de *A. macrocarpa* aos 50 dias após a emergência em função da interação freqüência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Freqüência de fertirrigação | Substrato |         |                              |          |
|-----------------------------|-----------|---------|------------------------------|----------|
|                             | Comercial | BCD+H   | BCD+V+A                      | BCD+V    |
| 0 dias                      | 1,25 bB   | 2,03 cA | 1,47 bB                      | 1,62 cAB |
| 7 dias                      | 1,98 bB   | 3,01 cA | 1,78 bB                      | 1,90 bB  |
| 14 dias                     | 3,26 aA   | 3,82 bA | 2,14 bB                      | 2,43 bB  |
| 21 dias                     | 3,96 aB   | 4,95 aA | 4,04 aB                      | 4,39 aAB |
| DMS (Subs d. fertirrig)     | 0,73      |         | DMS (Fertirrig d. subs) 0,76 |          |
| CV(%)                       | 16,53     |         | CV(%) 13,81                  |          |

Média seguida da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 27.** Condutividade do substrato ( $\text{mS cm}^{-2}$ ) cultivado com mudas *A. macrocarpa* aos 80 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação | Substrato |         |                              |          |
|-----------------------------|-----------|---------|------------------------------|----------|
|                             | Comercial | BCD+H   | BCD+V+A                      | BCD+V    |
| 0 dias                      | 1,48 cB   | 2,40 cA | 1,51 bB                      | 1,78 bAB |
| 7 dias                      | 2,08 cB   | 3,64 bA | 1,90 bB                      | 2,03 bB  |
| 14 dias                     | 1,34 bAB  | 3,75 bA | 2,24 bC                      | 2,47 bBC |
| 21 dias                     | 3,90 aB   | 4,70 aA | 4,06 aAB                     | 4,39 aAB |
| DMS (Subs d. irrig)         | 0,73      |         | DMS (Fertirrig d. subs) 0,76 |          |
| CV(%)                       | 15,44     |         | CV(%) 13,56                  |          |

Média seguida da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 28.** Condutividade do substrato ( $\text{mS cm}^{-2}$ ) cultivado com mudas de *A. macrocarpa* aos 110 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação | Substrato |          |                              |          |
|-----------------------------|-----------|----------|------------------------------|----------|
|                             | Comercial | BCD+H    | BCD+V+A                      | BCD+V    |
| 0 dias                      | 3,47 cB   | 4,48 cA  | 3,60 aAB                     | 3,66 cAB |
| 7 dias                      | 4,70 bAB  | 5,60 bA  | 4,45 bcB                     | 5,04 aAB |
| 14 dias                     | 5,34 bB   | 7,30 aA  | 4,72 bB                      | 5,36 bB  |
| 21 dias                     | 7,63 aA   | 7,00 aAB | 6,06 aBC                     | 6,39 aAB |
| DMS (Subs d. fertirrig)     | 0,96      |          | DMS (Fertirrig d. subs) 0,97 |          |
| CV(%)                       | 11,20     |          | CV(%) 9,05                   |          |

Média seguida da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 29.** Condutividade do substrato ( $\text{mS cm}^{-2}$ ) cultivado com mudas de *A. macrocarpa* aos 140 dias após a emergência em função da interação frequência de fertirrigação e tipo de substrato. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon/PR, 2009

| Frequência de fertirrigação | Substrato |          |                              |          |
|-----------------------------|-----------|----------|------------------------------|----------|
|                             | Comercial | BCD+H    | BCD+V+A                      | BCD+V    |
| 0 dias                      | 4,73 bA   | 4,60 cA  | 4,87 bA                      | 3,61 bA  |
| 7 dias                      | 7,72 aA   | 8,13 bA  | 8,33 aA                      | 6,90 aA  |
| 14 dias                     | 6,75 abAB | 9,44 aBC | 6,17 abB                     | 5,94 abB |
| 21 dias                     | 4,86 abB  | 12,40 aA | 6,20 abB                     | 6,04 abB |
| DMS (Subs d. fertirrig)     | 3,21      |          | DMS (Fertirrig d. subs) 2,96 |          |
| CV(%)                       | 17,18     |          | CV(%) 25,30                  |          |

Média seguida da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 5 CONCLUSÕES

Para o melhor desenvolvimento das mudas de angico e cedro rosa recomenda-se fazer a fertirrigação a cada 14 dias, uma vez que o intervalo apresentou melhores resultados em vários parâmetros.

A mistura de bagaço de cana decomposto mais húmus (7:3; v:v) proporcionou o melhor desenvolvimento das mudas de *A. macrocarpa* (angico vermelho) e de *C. odorata* (cedro rosa).

As mudas de angico apresentaram os melhores resultados aos 140 dias e podem ir para o campo após este período, enquanto as mudas de cedro apresentaram resultados semelhantes aos 110 dias.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I.B.; PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes Florestais Tropicais**. ABRATES. Brasília. 1993. 350p

ALVARENGA, M.A.R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface-americana (*Lactuca sativa* L.) sob doses de nitrogênio aplicadas no solo e de níveis de cálcio aplicados via foliar**. Lavras: UFLA,1999. 117p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).

ALVES, W.L.; PASSONI, A.A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* Benth.) para arborização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 32, n. 10, p. 58-62, 1997.

ANDRADE NETO, A. de.; MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, P.T.G. Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.2, p. 270-280, 1999.

ANGELINE, A. Descrição botânica de *Cedrella fissilis*. Em documento eletrônico <http://www.infobibos.com/Artigos/Cedros/Cedros.htm>, escrito em 2005, acessado em 08/2007.

BARROSO, D.G. et al. Efeito da adubação em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiaenifolia* Benth.) e aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi.) produzidas em substrato constituído por resíduos agroindustriais. **Revista Árvore**. Viçosa v. 22, n. 4, p. 433-441, 1998.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal, FUNEP, 1988, 42p.

BOVI, M. L. A.; GODOY Jr., G.; SPIERING, S. H. Respostas de crescimento da pupunheira à adubação NPK. **Scientia Agricola**. Piracicaba v. 59, n. 1, p. 161-166, 2002.

BRASIL A, A.; ANGELO, H.; SANTOS, A. J.; BERGER, R.; SILVA, J. C. G. Demanda de exportação de painéis de madeira do Brasil. **Revista floresta**. Rio de Janeiro N. 33 p. 135-146. 2003.

CAMPOS, L. A. A. et al. A Influência de profundidade de semeadura e substratos no desenvolvimento inicial de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.). **Revista Científica rural**. Bagé, v. 14, n. 1/2, p. 101-113, 1986.

CANELLAS, L.P. et al. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 36,n. 12, p. 1529-1538, 2001.

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

CARPANEZZI, A. A. et al. Teor de macro e micronutrientes em folhas de diferentes idades de algumas espécies florestais nativas. **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**, v. 23, p. 225-232, 1986.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Emergência e crescimento do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*) em diferentes substratos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 49, n. 282, p. 97-108, 2002.

CRUZ, C.A.F.; PAIVA H.N; GUERRERO C.R.A; Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**. Viçosa v. 30 n. 4, p. 537-546. 2006

CUNHA, A.O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. 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

DANIEL, O. et al. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.

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

DUBOC, E. et al. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Óleo Copaíba). **Revista Cerne**, Lavras v. 2, n. 2, p. 1-17, 1996.

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M.B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M.A.O.; BAITELLO, J.B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas & Letras, 2ª Ed. 2002.

FERNANDES, P. S.F.; COUTINHO, C.J.; BAENA, E. S. Produção de mudas de *Eucalyptus masculata* Hook em bandejas de isopor. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1992. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1992. p. 145- 155.

FERREIRA, M. G.M.; CANDIDO, J.F.; CANO, M.A.O. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas – I: Germinação. **Revista Árvore**, Viçosa v. 1, n. 2, p. 61- 67, 1997.

FONSECA, E.P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de Eucalyptus grandis W.Hill ex Maiden em “Winstrip”**. 1998. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N.; COUTO, L. Produção de mudas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, v. 18, n. 185, p. 15-22, 1996.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. 2001. 126f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

GOMES, K. C. O. et al. Influência da saturação por bases no crescimento de mudas de angico branco. **Revista árvore**, Viçosa v.28, n.6, p.785-792, 2004.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 463-468.

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

HIGASHI, E. A; SILVEIRA , R.L.V.A; GONSALVES N. A: **Nutrição e adubação em mini jardim clonal hidropônico de Eucalyptus**. CIRCULAR TECNICA IPEF nº 194. 2002.

MUNIZ M.R.A; HIGASHI,N.E; SGARBI F.; SILVEIRA R.L.V.A;. **Seja O Doutor do seu Eucalipto**, Arquivo do agrônomo nº 12. 1995.

KÄMPF, A.N. Substratos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 1., 1992, Maringá. **Anais...** Maringá, 1992, p.36-52.

KOZLOWSKI, T.T. **Physiological Quality and Mineral Nutrition**: Physiol. implications in afforestation. Proceed. - of the Sixth Wor. Fro. Congr. (1310-11). 1966

KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G. **The physiological ecology of woody plants**. New York: Academic Press, 1991. 657p.

LELES, P.S.S.; CARNEIRO, J.G.A.; BARROSO, D.G. Comportamento de mudas de *Hymanaea courbaril* L. var. *Stibocarpa* (Haime) e *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. produzidas sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa v. 22, n. 1, p. 11-19, 1998.

LIMA, R. L. S.; FERNANDEZ, V. L. B.; OLIVEIRA, V. H. de; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento de mudas de cajueiro anão precoce CCP-76 submetidas a adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, 2001.

LOPES, J.L.W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação.** 2004. 100f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. v 2. 2ª Ed. São Paulo: Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2002.

LUCAS, M.A.K.; SAMPAIO, N.V.; KOHN, E.T.; SOARES, P.F.; SAMPAIO, T.G. Avaliação de diferentes composições de substratos para a aclimação de mudas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.8, n.1, p. 16-23, 2002.

MACEDO, A. C. **Produção de Mudas em viveiros florestais:** espécies nativas. São Paulo: Fundação Florestal, 1993. 17p.

MARQUES, T.C.L.L.S.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Crescimento de mudas de espécies arbóreas em solo contaminado com metais pesados. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3. 1997, Ouro Preto.

MELO, A. S.; BRITO, M. E. B.; GOIS, M. P. P.; BARRETO, M. C. V.; VIEGAS, P. R. A.; HOLANDA, F. S. R. Efeito de substratos orgânicos organo-minerais na formação de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis*). **Revista Científica Rural**, Bagé. v. 8, n. 2, p. 116-121, 2003.

MINAMI, K.; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p. 162-163, 2000. Suplemento.

MORELLATO, L.P.C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1991. 176p. Tese Doutorado.

MORGADO, I.F. **Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Saccharum* spp.**

1998. 102f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1998.

MOTA, J. H.; SOUZA R.J.; SILVA C.E.; CARVALHO J.G.; YURI E.J. Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface-americana em cultivo protegido. **Ciência. Agrotécnica**, Lavras, v.25, n.3, 542-549, 2001.

NICOLOSO, F. T.; FOGAÇA, M. A. F.; ZANCHETTI, F.; MISSIO, E. Nutrição mineral de mudas de Grápia (*Apuleia leiocarpa*) em argissolo vermelho distrófico arênico: (1) Efeito da adubação NPK no crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria – RS v. 31, n. 6, p. 1-8, 2001.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres, Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343 p.

RAPOSO, J.R. **A rega por arpersão**. Lisboa: Clássica, 1989. 339p.

RIVADENEIRA, R. **En busca del substrato ideal**. Chile Forestal, Santiago, v.18, p.34-36, 1995.

RODRIGUES, V.A. **Propagação vegetativa de aroeira *Schinus terebinthifolius* Raddi, canela-sassafrás *Ocotea pretiosa* Bent & Hook e cedro *Cedrela fissilis* Vellozo, através de estacas radiciais e caulinares**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1990. 90p. Tese Mestrado.

RAMOS, A.; BOVI, M.L.A.; FOLEGATTI, M.V.; DIOTTO, A.V. Efeitos da fertirrigação sobre a produção de palmito da pupunheira. **Horticultura Brasileira**, Campinas – SP v. 22, n. 4, p. 734-739, 2004.

SCHUMACHER, M.V.; CECONI, D.E.; SANTANA, C.A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa v. 28, n.1, p. 149-155, 2004.

SOUZA, P. V.; CARNIEL, E.; SCHMITZ, J. A. K.; SILVEIRA, S. V. Substratos e fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento vegetativo de *Citrange Troyer*. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis v. 16, n. 3, p. 84-88, 2003.

SOUZA, P.H. PAIVA, H.N.; NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; E.S. MARQUES. Influência da saturação por bases do substrato no crescimento e qualidade de mudas de *Machaerium nictitans* (Vell.) Benth. **Revista árvore**, Viçosa v. 32, n. 2, p. 193-201, 2008.

VALE, R. X. F; FILHO, E. F.; LIBERATO J. R. A. QUANT V.1.0.1 Quantificação de doenças de plantas. Universidade Federal de Viçosa – Viçosa – MG, 2001.