

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**CONTRIBUIÇÃO PARA A SILVICULTURA DE  
*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini (AÇOITA-  
CAVALO)**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Jorge Antonio de Farias**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2006**

**CONTRIBUIÇÃO PARA A SILVICULTURA DE**  
***Luehea divaricata* Martius et Zuccarini (AÇOITA-CAVALO)**

**por**

**Jorge Antonio de Farias**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Regeneração e Condução de Povoamentos Florestais, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Florestal**

**Orientador: Prof. Dr. Juarez Martins Hoppe †**  
**Orientador: Prof. Dr. nat. techn. Mauro Valdir Schumacher**

**Santa Maria, RS, Brasil**  
**2006**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**CONTRIBUIÇÃO PARA A SILVICULTURA DE  
*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini (AÇOITA-CAVALO)**

elaborada por  
**Jorge Antonio de Farias**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Florestal**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**Mauro Valdir Schumacher, Dr. nat. techn.**  
(Presidente/Orientador)

**Paulo Renato Schneider, Dr. (UFSM)**

**Erica Karnopp, Dra. (UNISC)**

Santa Maria, 02 de março de 2006.

**A minha esposa Cristine e aos filhos  
Camila, Diego e Luana.**

## **AGRADECIMENTOS**

Esta dissertação só foi possível pela colaboração de muitas pessoas, que agora de forma sincera quero demonstrar um profundo agradecimento:

A Diretoria da Afubra, por sua visão empreendedora e dinâmica, de investir em pesquisa, de qualificar talentos, que desta forma tornou possível conciliar minhas atividades na Afubra com os estudos;

Ao Prof. Dr. Juarez Martins Hoppe, meu orientador, exemplo de ser humano, apaixonado pela Engenharia Florestal e com quem tive o privilégio de compartilhar uma grande amizade.

Ao meu também orientador, Prof. Dr. Mauro Schumacher, que mesmo diante de tantas dificuldades, pode me auxiliar com importantes sugestões e revisões ao trabalho, como pelo apoio constante.

Ao Prof. Dr. Paulo Renato Schneider, pelo seu apoio, pela sua atenção e pelas importantes sugestões que possibilitaram qualificar o trabalho.

A Eng<sup>a</sup>. Florestal Luziane Bittencourt que me mostrou que era possível realizar o mestrado;

Ao Eng. Florestal João Vivian, pela amizade e enorme dedicação em me auxiliar na instalação da pesquisa e na coleta de dados.

Ao Eng. Florestal Rodrigo Thomas, pelo esforço em auxiliar-me na instalação e condução do experimento;

Aos Acadêmicos de Engenharia Florestal Juarez Pedroso, Tânia Fontana, Jacira Prichula, Janderson Fenner que em todos os momentos que não foi possível conciliar o trabalho na Afubra com a condução do experimento, prontamente me auxiliaram.

Ao Sr. Êlio Campagnol que pela sua dedicação, amizade e muita experiência de viveiro possibilitaram o sucesso no experimento.

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
Universidade Federal de Santa Maria

### **CONTRIBUIÇÃO PARA A SILVICULTURA DE *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini (Açoita-cavalo).**

AUTOR: JORGE ANTONIO DE FARIAS  
ORIENTADOR: MAURO VALDIR SCHUMACHER  
Data e local da Defesa: Santa Maria, 2 de março de 2006.

Os objetivos desta pesquisa foram avaliar o crescimento das mudas em diferentes tamanhos de recipientes com diferentes tipos de substratos. O experimento foi instalado e conduzido no viveiro florestal, junto ao Laboratório de Silvicultura do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, localizado na Depressão Central do Estado, no município de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, cuja área possui uma altitude aproximada de 90 a 95 metros, sua localização geográfica é entre os paralelos 20°43' e 29°44' de latitude sul, e entre os meridianos 53°42' e 53°44' de longitude oeste de Greenwich. O delineamento estatístico utilizado foi bloco inteiramente casualizado, e como os tratamentos se constituíram em diferentes tubetes e diferentes substratos adotou-se o sistema bifatorial, com 16 tratamentos e 4 repetições. Foram semeadas em média 96 plantas em cada parcela, excluindo-se duas linhas de bordadura, obteve-se 32 plantas úteis. As sementes foram obtidas junto ao Programa de Ação-Sócio Ambiental da Afubra, sub-projeto "Bolsa de Sementes de Árvores Nativas", sendo semeadas três sementes em cada recipiente e posteriormente realizado o raleio. As avaliações iniciaram-se aos 90 dias após a semeadura, e concluídas aos 180 dias, através do diâmetro do colo, altura das mudas, peso seco de raízes, peso seco da parte aérea e o índice de qualidade de Dickson. Através da análise de variância e teste de comparação de médias, pelo teste de Tukey, não se encontraram diferenças significativas nos parâmetros analisados para as variáveis: diâmetro do colo; altura das mudas, peso seco de raízes, peso seco da parte aérea e o índice de qualidade de Dickson, entre os tubetes 180 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>. As variáveis diâmetro do colo, peso seco de raízes e o índice de qualidade de Dickson o melhor substrato foi o definido como Plantmax Agrícola. As variáveis altura das mudas e peso seco da parte aérea o melhor substrato foi o definido como Humosolo Vida. Com base nestes resultados é possível recomendar o recipiente de 180 cm<sup>3</sup>, pelas vantagens econômicas em economia de material, mão-de-obra e transporte, quanto ao substrato a definição recomendado é pelo substrato Plantmax Agrícola pelos melhores resultados obtidos quanto aos padrões de qualidade das mudas.

Palavras-chaves: Açoita-Cavalo, recipientes, substratos.

## **ABSTRACT**

Master Degree Dissertation  
Post-Graduation Course in Forest Engineering  
Universidade Federal de Santa Maria

### **CONTRIBUTION FOR THE FORESTATION OF THE *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini (whip tree).**

**AUTHOR: JORGE ANTONIO DE FARIAS**

**ADVISOR: MAURO VALDIR SCHUMACHER**

Date is local of the defense: Santa Maria, march 3th., 2006.

The goal of this paper is to evaluate the growth of the seedlings, in different sizes and recipients, with different types of substracts. The experiment was established and conducted on the premises of the Forestry Science Silviculture Laboratory of the Federal University in Santa Maria, located in the Central Depression Area of the State, in the municipality of Santa Maria, State of Rio Grande do Sul, and the area is at an approximate altitude of 90 to 95 meters, its geographic location is between parallels 20°43' and 29°44' latitude south, and between meridians 53°42' and 53°44' longitude west of Greenwich. Statistical delineation utilized was an entirely casualized block, and as the treatment consisted of different recipients and different substracts, the bifactorial system was adopted, with 16 treatments and 4 repetitions. On average, 96 plants were seeded in each parcel, and with the exclusion of the two border rows, 32 useful plants were obtained. The seeds came from Afubra's Socioenvironmental Program, a sub-project of the "Native Tree Seed Pouch" program. Three seeds were sown into each recipient and later submitted to thinning out. Evaluations started 90 days after seeding, and were concluded in 180 days, taking into consideration stem diameter, size of seedlings, dry root weight, dry aerial weight, and the Dickson quality rate. Using the variance analysis and average comparison test, through the Tukey test, there were no significant differences in the analyzed parameters for the following variables: stem diameter; size of seedlings; dry root weight, dry aerial weight and Dickson quality rate, among the 180 cm<sup>3</sup> and 280 cm<sup>3</sup> cells. For the variables: stem diameter, dry root weight, and Dickson quality rate, the best media was the so-called Plantmax Agrícola. For the seedling size and dry aerial weight variables, the best media was defined as Humosolo Vida. Based on these results, it is possible to recommend 180-cm<sup>3</sup> recipients, for their economic advantages in terms of less material, less labor and smaller transport costs. The recommended media is the Plantmax Agrícola, which has so far produced the best results in terms of seedling quality patterns.

Word-keys: Whip-horse, recipients, substracts.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa de distribuição natural de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini, no RS.....	16
FIGURA 2 – Mapa do Rio Grande do Sul, com a localização da cidade de Santa Maria.....	30
FIGURA 3 – Disposição física dos tratamentos em recipientes suspensos em bandejas.....	31
FIGURA 4 - Mapa climático do Brasil.....	32
FIGURA 5 - Disposição espacial e solar do experimento.....	32
FIGURA 6 - Diferentes tamanhos tubetes utilizados na pesquisa.....	34
FIGURA 7 - Resultado do raleio, tendo como critério a mais centralizada e de maior vigor.....	36
FIGURA 8 - Instrumentos utilizados para obtenção dos diâmetros e das alturas.....	38
FIGURA 9 - Crescimento em diâmetro do colo no tempo, para tamanho de recipiente com 180 cm <sup>3</sup> e substrato Plantmax Hortaliças.....	43
FIGURA 10 - Crescimento das mudas nos diferentes recipientes com substrato Plantmax Hortaliças, após 180 dias de observação.....	44
FIGURA 11 - Crescimento em altura no tempo, para tamanho de recipiente com 180 cm <sup>3</sup> e substrato Humosolo Vida.....	47
FIGURA 12 - Crescimento das mudas em altura no recipiente de 180 cm <sup>3</sup> e com todos os substratos utilizados no experimento, após 180 dias de observação.....	48
FIGURA 13 – Comparação entre os resultados das médias da biomassa de raízes do tratamento R3, com a análise de comparação das médias pelo teste de Tukey.....	51
FIGURA 14 - Comparação entre os resultados das médias de peso seco da parte aérea do tratamento R3, com a análise de comparação das médias pelo teste de Tukey.....	55
FIGURA 15 – Comparação entre os resultados do índice de qualidade de Dickson do tratamento R3, com a análise de comparação das médias pelo teste de Tukey.....	58
FIGURA 16 - Relação H/D para mudas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini para dois tratamentos durante 180 dias.....	59

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Precipitação total mensal (mm); Umidade Relativa do ar (%); Temperaturas (°C) médias mensais, máximas e mínimas; Insolação média (h), registradas no período de julho de 2004 a julho de 2005 na Estação Meteorológica da UFSM.....	33
TABELA 2 - Especificações técnicas dos diferentes recipientes utilizados.....	34
TABELA 3 - Composição química dos substratos utilizados no experimento com <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini.....	35
TABELA 4 - Caracterização dos tipos de recipientes e substratos a serem testados na pesquisa.....	37
TABELA 5 - Tratamentos a serem avaliados na pesquisa com <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini.....	37
TABELA 6 - Análise da variância para o diâmetro do colo das mudas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini .....	40
TABELA 7 - Comparação de médias para o diâmetro do colo das mudas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini em diferentes tamanhos de recipientes.....	42
TABELA 8 - Comparação de médias para o diâmetro do colo das mudas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini em diferentes tipos de substrato.....	42
TABELA 9 - Análise da variância para a altura das mudas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini.....	44
TABELA 10 - Comparação de médias para altura das mudas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini em diferentes tamanhos de recipientes.....	46
TABELA 11 – Comparação de médias para altura das mudas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini em diferentes tipos de substrato.....	46
Tabela 12 – Análise da variância para a biomassa de raízes das mudas de <i>Luehea divaricata</i> .....	48
Tabela 13 – Comparação de médias para biomassa de raízes das plantas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini em diferentes tamanhos de recipientes.....	50
Tabela 14 – Comparação de médias para a biomassa de raízes das plantas de <i>Luehea</i>	50

<i>divaricata</i> Martius et Zuccarini em diferentes tipos de substrato.....	
Tabela 15 – Análise de variância para peso seco da parte aérea das mudas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini.....	52
Tabela 16 – Comparação de médias para biomassa da parte aérea das plantas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini em diferentes tamanhos de recipientes.....	53
Tabela 17 – Comparação de médias para biomassa da parte aérea das plantas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini em diferentes tipos de substrato.....	54
Tabela 18 – Análise da variância para o índice de qualidade de Dickson das mudas das mudas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini.....	55
Tabela 19 – Comparação de médias do Índice de Qualidade de Dickson para as plantas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini em diferentes tamanhos de recipientes.....	56
Tabela 20 – Comparação de médias do índice de qualidade de Dickson para as plantas de <i>Luehea divaricata</i> Martius et Zuccarini em diferentes tipos de substrato.....	57

## SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Descrição da Família.....	14
2.2 Caracterização da Espécie.....	14
2.2.1 Aspectos Ecológicos.....	17
2.2.2 Quanto à Utilização.....	18
2.2.3 Quanto ao Crescimento e Produção.....	19
2.3 Recipientes.....	19
2.4 Substratos.....	23
2.5 Padrões e Classificação de Mudas.....	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 Caracterização do Local do Experimento.....	30
3.2 Obtenção das Sementes.....	33
3.3 Recipientes.....	33
3.4 Substratos.....	34
3.5 Manejo do Experimento.....	35
3.6 Delineamento Estatístico.....	36
3.7 Coleta dos Dados.....	38
3.8 Análise Estatística.....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 Influência do tamanho do recipiente e tipo de substrato sobre o diâmetro do colo.....	40
4.1.1 Análise de comparação de médias do diâmetro do colo para o tamanho do recipiente.....	41
4.1.2 Análise de comparação de médias do diâmetro do colo para o tipo de substrato.....	42
4.1.3 Análise dos resultados do melhor recipiente e do melhor substrato para o diâmetro do colo.....	43
4.2 Influência do tamanho do recipiente e tipo de substrato sobre a altura.....	44
4.2.1 Análise de comparação de médias para o tamanho do recipiente.....	45

4.2.2	Análise de comparação de médias para o tipo de substrato.....	46
4.2.3	Análise dos resultados do melhor recipiente e do melhor substrato para a altura das mudas.....	47
4.3	Influência do tamanho do recipiente e tipo de substrato sobre a biomassa seca de raízes.....	48
4.3.1	Análise de comparação de médias do para o tamanho do recipiente.....	49
4.3.2	Análise de comparação de médias para o tipo de substrato.....	50
4.3.3	Análise dos resultados do melhor recipiente e do melhor substrato para o peso seco de raízes.....	51
4.4	Influência do tamanho do recipiente e tipo de substrato sobre a produção de biomassa seca da parte aérea.....	51
4.4.1	Análise de comparação de médias para o tamanho do recipiente.....	52
4.4.2	Análise de comparação de médias para o tipo de substrato.....	53
4.4.3	Análise dos resultados do melhor recipiente e do melhor substrato para a biomassa seca da parte aérea de raízes.....	54
4.5	Índice de Qualidade de Dickson.....	54
4.5.1	Análise de comparação de médias para o tamanho do recipiente.....	56
4.5.2	Análise de comparação de médias para o tipo de substrato.....	57
4.5.3	Análise dos resultados para o melhor recipiente e o melhor substrato.....	57
4.6	Relação altura e diâmetro como padrão morfológico de qualidade de muda.....	58
5	CONCLUSÕES	60
6	RECOMENDAÇÕES	61
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
	ANEXO	68

## INTRODUÇÃO

A silvicultura de espécies nativas ainda apresenta muitas oportunidades de pesquisa e de novas descobertas.

A preocupação com as espécies nativas é relevante, considerando que houve no sul do Brasil uma significativa redução da cobertura florestal original e, paralelamente, uma degradação das formações florestais remanescentes, o que acaba comprometendo a biodiversidade.

As essências florestais nativas apresentam uma enorme diversidade genética, que caracterizava o ecossistema florestal primitivo. A expansão da fronteira agrícola e o crescimento das áreas urbanas foram os responsáveis diretos pela redução rápida da cobertura florestal original. Os empreendimentos madeireiros, como as serrarias, foram responsáveis pela erosão genética, isto é, a remoção dos melhores exemplares, preservando apenas os que não tinham interesse econômico, por outro lado a expansão das áreas de reflorestamento para atender a indústria de papel, placas e serrados também contribuiu para a redução da cobertura florestal nativa, fenômeno que se repetiu em todos os estados da região sul do Brasil.

A dificuldade de interpretar a legislação florestal também tem contribuído para que as áreas com florestas nativas não tenham expansão. Considerando que a legislação protege as florestas naturais a maioria das pessoas interpreta que não é possível plantar mudas de árvores nativas em função dessa premissa legislativa, entretanto a legislação é clara em conceitos, o que fica protegido e sujeito aos limites da norma legal são as florestas naturais, ou seja, o que a natureza plantou. Já as florestas plantadas com espécies nativas são possíveis o seu uso, conforme prevê a legislação.

Outro aspecto à considerar é a carência de sementes de espécies nativas, uma exceção é a Bolsa de Sementes do Projeto UFSM/AFUBRA. Sendo que no sul do Brasil há poucas estruturas capazes de coletar, armazenar, disponibilizar e distribuir as sementes de árvores nativas, como do projeto citado sob a responsabilidade da UFSM/AFUBRA.

É perceptível o crescimento da procura por mudas de árvores nativas, justificável em parte, pelo aumento do nível de consciência das pessoas e, também, pela eficiente atuação dos órgãos ambientais na fiscalização e na exigência da reparação de danos ambientais, que resultam em reposição de árvores nativas.

A adaptação de uma determinada espécie às condições edafo-climáticas são resultado de um processo de seleção natural de gerações. O mecanismo que permite armazenar estas informações e multiplicá-las é a semente. A qualidade da semente é peça fundamental na

silvicultura, é o elemento determinante para obtenção das mudas e, conseqüentemente, do florestamento ou reflorestamento.

A escolha de sementes de procedência duvidosa pode inviabilizar um projeto, comprometer todo um planejamento e, enfim, acabar inviabilizando a atividade florestal, seja ela de caráter ambiental ou comercial. Atenção idêntica deve-se ter na escolha do sistema de produção da muda, bem como os insumos necessários para a produção de uma muda de boa qualidade, como o tamanho do recipiente e o substrato utilizado.

O padrão de muda tem influência direta no estabelecimento do povoamento, o que se reveste de importância em função da redução ao mínimo dos tratos culturais relativos ao plantio e pós-plantio, como replante, capinas e coroamento.

Além disso, o plantio de espécies nativas deve passar a ser um dos temas centrais da moderna silvicultura, onde não apenas aspectos econômicos são levados em consideração, mas sim a necessidade de estabelecer projetos sustentáveis na melhor acepção do termo: economicamente viáveis, socialmente justo e ecologicamente correto.

O Açoita Cavalão (*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini) teve uma presença marcante ao longo da história e do desenvolvimento da indústria madeireira no sul do Brasil, porém a sua exploração de forma descontrolada e extrativista levou a redução drástica dos exemplares desta espécie, sendo que atualmente é raro encontrar exemplares com boas características fenotípicas adequadas ao uso comercial.

Posto isto surge à necessidade de conhecer e definir o melhor sistema de produção de mudas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini, através da avaliação das mudas produzidas em diferentes tamanhos de recipientes com diferentes tipos de substratos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Descrição da Família

Para Barroso, 1978 (apud TANAKA), 2005, p. 834, o sul da África e o Brasil constituem os dois principais centros de dispersão da família Tiliaceae, a qual conta com 35 gêneros e 370 espécies das quais cerca de 55 a 60 espécies, distribuídas em 13 gêneros, ocorrem no Brasil.

Entretanto, Tomlinson (1995) faz referência de esta família tem cerca de 50 gêneros e 400 espécies, principalmente de ocorrência nos trópicos, mas com alguns gêneros ocorrendo em clima temperado (e.x., tília, linden, e basswood). As flores são normalmente distintas com numerosos estames; a fruta é geralmente uma cápsula.

### 2.2 Caracterização da Espécie

*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini, vulgarmente conhecida como Açoita-Cavalo, pertence à família Tiliaceae e pode ser encontrada, segundo Carvalho (1994, p.314), na “Argentina (nordeste), Paraguai (leste), Uruguai e Brasil, nos estados: BA (sul), ES, GO, MG (sul, centro e oeste), MS, PR (exceto o litoral), RJ, RS, SC, SP (todo) e no Distrito Federal”.

Pesquisas feitas por Rai (2003) indicam que o açoita-cavalo é uma árvore que ocorre no nordeste da Argentina e nas florestas de galeria ou ciliar, no Brasil.

Segundo Cunha et al., 1985 (apud CARVALHO), 1994, p.317, “o gênero *Luehea* Willd., essencialmente neotropical, ocorre do sul do México, incluindo as Antilhas, até o Uruguai e Argentina. Atualmente existem cerca de 25 espécies e 3 variedades, das quais 12 espécies e uma variedade ocorrem no Brasil, sendo sua maior concentração nas regiões Sudeste e Centro-Oeste”. Este mesmo autor ressaltou um fato já observado por Rizzini e Mors (1976, p.112) e complementa “várias espécies são muito parecidas entre si, recebendo os mesmos nomes vulgares e tendo idênticos usos. A espécie mais próxima de *Luehea divaricata* é *Luehea paniculata* Mart. et Zucc., árvore um pouco menor, com ocorrência na Bolívia, Paraguai, Peru e Brasil, nos Estados: AP, BA, CE, DF, GO, MA, MG, MS, MT, RJ, PA, PB, PI, SC, e SP”.

A descrição botânica de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini é feita por diferentes autores, uma destas citações a descreve como uma:

Planta decídua, heliófita, seletiva higrófila, característica das florestas aluviais (matas ciliares e de galeria). Apresenta dispersão irregular e descontínua, sendo particularmente freqüente ao longo de rios, terrenos rochosos e íngremes, onde a floresta é mais aberta e nas formações secundárias (LORENZI, 2002, p. 354).

Essa descrição pode ser complementada através de outras características, a definindo como:

Árvore típica dos solos aluviais das bacias hidrográficas, constitui-se na espécie emergente nas florestas ribeirinhas. É uma das madeiras brasileiras mais valiosas e de amplo uso. Suas lindas flores de diversas tonalidades são muito visitadas pelos insetos e beija-flores. O seu reconhecimento é facilitado por suas flores discolors, verde-escuras na face superior e brancas na face inferior, bem como seus frutos virados para cima (BACKES & IRGANG, 2002, p. 292).

Longhi (1995) afirma que *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini se caracteriza, na dinâmica sucessional, como sendo uma espécie secundária-tardia, passando por vezes a clímax, e ainda possui dispersão do tipo anemocórica, ou seja, suas sementes são dispersadas pela ação do vento. Todavia, Vaccaro et al., 1999 (apud CARVALHO), 2003, p. 61, acrescenta que *Luehea divaricata* é uma espécie secundária inicial passando a secundária tardia.

Em fragmentos da Floresta Estacional Decidual, no Rio Grande do Sul, Hack et al. (2005), concluiu que no estrato superior desta floresta as espécies dominantes eram *Patagonula americana*, *Cabralea canjerana* e *Luehea divaricata*.

Para Veiga et al. (2003), em valores crescentes de densidade relativa, as 10 espécies que mais se destacaram foram: *Lonchocarpus sp.* (sapuvão), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Parapiptadenia rigida* (gurucaia), *Machaerium stipitatum* (sapuvinha), *Sapium glandulatum* (leiteiro), *Lonchocarpus guilleminianus* (feijão-cru), *Alchornea triplinervia* (tapiá), *Cupania vernalis* (cuvatã), *Prunus sellowii* (pessegueiro-bravo) e *Croton floribundus* (capixingui). Já em relação à dominância relativa, as 10 espécies de melhor desempenho, em ordem decrescente, foram: *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Lonchocarpus sp.* (sapuvão), *Parapiptadenia rigida* (gurucaia), *Alchornea triplinervia* (tapiá), *Machaerium stipitatum* (sapuvinha), *Croton floribundus* (capixingui), *Sapium glandulatum* (leiteiro), *Enterolobium contortisiliquum* (timburi), *Prunus sellowii* (pessegueiro-bravo), *Cupania vernalis* (cuvatã).

Palacevino et al. (2003), ao estudar o ambiente hidrológico do Arroio Pomar, localizado no município de Eldorado, na Província de Misiones, concluiu que entre as espécies florestais arbóreas, mais características destas formações florestais destacam-se: *Ocotea spp.* e *Nectandra spp.*, Guajubira (*Patagonula americana*), Guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), Chal-chal (*Allophylus edulis*), Açoita-cavalo (*Luehea*

*divaricata*), Tarumã (*Vitex megapotamica* e *Vitex cymosa*), Rabo-de-bugio (*Lonchocarpus* spp.), entre outras.

De acordo com Lorenzi (2002) a espécie floresce durante os meses de dezembro-fevereiro, já a maturação dos frutos ocorre durante os meses de maio-agosto.

O mecanismo de dispersão das sementes é conhecido como anemocórica, em que a dispersão é realizada pelo vento, fazendo com que as sementes se dispersem muito longe da árvore progenitora. Para Melo (2004), o gênero *Luehea* apresenta formas de dispersão diferentes para as espécies que ocorrem no Brasil: para *Luehea candicans* Mart. a dispersão das sementes é barocórica e para *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini) é anemocórica.

Conforme dados do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul (2002), o açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini) é uma das espécies nativas mais importantes do ponto de vista fitossociológico. Ocorre na floresta ombrófila mista, na floresta estacional decidual, na floresta estacional semidecidual, na savana, na savana estépica, nas áreas de tensão ecológicas e ocorrendo em praticamente todas as bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul. Além de contribuir com 3% do volume comercial, 3% do número de árvores remanescente e 3% da área basal total.

Estudos realizados por Klein (1983) identificaram a presença de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini por vários locais do Rio Grande do Sul, esta dispersão pode ser melhor visualizada na Figura 01.

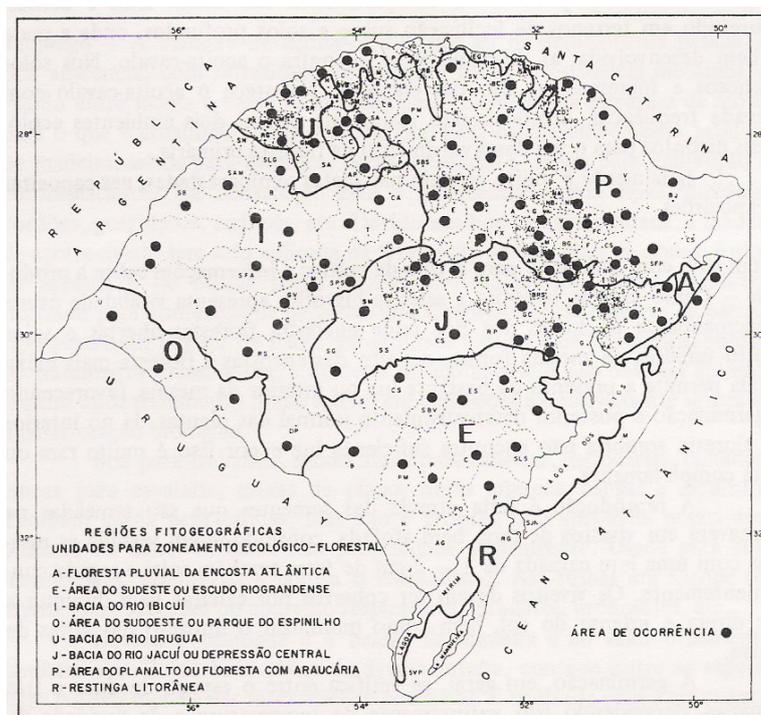


Figura 1 – Mapa de distribuição natural de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini, no RS. Fonte: REITZ et al (1988).

Devido a grande área de ocorrência de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini, a espécie acaba recebendo diversos nomes populares, um apanhado geral dos nomes-comuns da espécie.

A espécie *Luehea divaricata* recebe diversos nomes vulgares, sendo conhecida como: açoita; açoita-cavalo-do-miúdo, açoita-cavalos-branco, ibitinga, ivatingui e vatinga, no Estado de São Paulo; açoita-cavalo-vermelho, no Rio Grande do Sul; açoita-cavalos, em Santa Catarina e no Estado de São Paulo; açoita-cavalo, no Paraná, nos Estados do Rio de Janeiro e de São Paulo; Biatingui; envireira-do-campo; estribeiro; estriveira, na Bahia e no Estado de São Paulo; guaxima-do-campo; ibatingui; ivatingui, em Minas Gerais; ivitinga, na Bahia; ivitingui; luitingui; mutamba; pau-de-canga, em Santa Catarina; salta-cavalo, no Paraná e no Estado de São Paulo; soita; soita-cavalo, no Paraná; e ubatinga. Nomes vulgares no exterior: azota caballo e árbol de San Francisco, na Argentina; Francisco Alvarez, no Uruguai, e ka'a oveti, no Paraguai (CARVALHO, 2003, p. 190).

Para outros autores a descrição é da seguinte forma:

O tronco geralmente tortuoso e nodoso com base alargada, a casca de cor escura, levemente fissurada, com escamas retangulares pequenas, a casca interna rosa-vivo-intenso ou rosa-marrom, a folhagem distintamente discolor, com as folhas verde-escuras em cima e ferruginosas ou esbranquiçadas em baixo, lembrando as folhas do louro- pardo, formando copa larga e densa, o que torna essa árvore fácil de ser reconhecida na floresta (REITZ et al, 1988, p. 123).

Aspectos relacionados as características fenotípicas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini são feitas definindo-a como:

Árvore caducifólia de grande porte, de até 30 m de altura. Fustes curtos quando isolada. Na floresta, seus fustes são altos e tortuosos, de até 110 cm de diâmetro. Casca pardo-escura, áspera, fissurada finamente, com escamas retangulares, pequenas. Folhas simples, alternas, com estípulas, oblanceoladas, serradas, discolors, tomentosas e brancas na face inferior, de até 15 cm de comprimento por 6 cm de largura. Possui 3 nervuras basais. Inflorescências em panículas terminais. Flores hermafroditas, pentâmeras, de até 2,5 cm de comprimento, de cor amarela, branca, lilás até roxas. Fruto do tipo cápsula, oblongo, castanho, ferrugíneo, abrindo-se em 5 fendas, de até 3 cm de comprimento (BACKES et IRGAN, 2002, p. 293).

### 2.2.1 Aspectos ecológicos

Em relação às características hidromórficas do solo, Cardoso e Schiavini (2002), afirmam que o açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini) para desenvolver-se necessita exibir rápido estabelecimento e crescimento nos períodos em que as áreas de depressão não estão inundadas, além de serem adaptadas a várias outras condições de inundação, lavagem, deposição e saturação hídrica do solo e ao sombreamento ocorrente no ambiente florestal.

A espécie ocorre geralmente em argissolos, preferencialmente os úmidos, mas também ocorre em cambissolos e latossolos. (Rede Semente Sul, 2006).

Nos locais de solos drenados, esporadicamente inundáveis, a cobertura arbórea é densa, sendo formada principalmente pelas espécies *Luehea divaricata*, *Patagonula*

*americana*, *Parapiptadenia rigida*, *Ruprechtia laxiflora* e *Cupania vernalis* (Farias et al., 1994).

Carvalho (1994), salienta que em relação aos aspectos climáticos o açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini) ocorre em áreas de precipitação média anual variando de 950 a 2.000 mm, a temperatura média anual é de 13 a 22°C, sendo a temperatura média do mês mais frio de 9 a 19°C, a temperatura média do mês mais quente é de 17 a 27°C, o número de geadas pode chegar até 57, e os tipos climáticos, segundo Köppen, são: Af, Aw, Cfa, Cfb, Cwa e Cwb. Ocorre em terrenos secos ou úmidos, rasos e pedregosos, com drenagem regular e textura arenosa e argilosa.

### 2.2.2 Quanto à utilização:

O açoita-cavalo foi descrito, em relação as suas aptidões e usos, da seguinte forma:

A madeira de açoita-cavalo, por ser moderadamente pesada, de boa aparência, com retratibilidade média a baixa e resistência mecânica variando entre média e baixa, é indicada para confecção de estrutura de móveis para o que é atualmente muito procurada, para caixas, embalagens, artefatos de madeira, saltos para calçados, peças torneadas e, ainda para confecção de contraplacados. Na construção civil é recomendado para ripas, molduras, cordão, guarnições, rodapés, etc. Devido a boa trabalhabilidade, a madeira de açoita-cavalo tem sido aplicada na fabricação de coronhas de armas, formas de sapato e de outras peças torneadas. Atualmente é ainda largamente utilizada para confecções de peças curvadas, especialmente, cadeira de balanço tipo austríaca. Por ser de baixa durabilidade natural e de boa permeabilidade ao tratamento preservativo, a madeira de açoita-cavalo não deve ser aplicada, mesmo após tratamento preservativo, em condições excessivamente favoráveis à deterioração biológica. Boa para trabalhar, sendo usada para cadeiras, carrocerias, tamancos, lanças para cavalaria, caixas de piano, obras internas, cangas e esculturas. Também usada para canoas, mas não é própria, pois apresenta pouca durabilidade na água (REITZ et al, 1988, p. 129).

Outro autor complementa e também descreve a espécie em relação as suas potencialidades de uso.

Excelente para sombra e de grande beleza quando cultivada em parques com espaços livres para se desenvolver. De grande utilidade para reflorestamento em áreas destinadas à preservação permanente e ao enriquecimento de áreas devastadas, encostas abruptas e margens de rios. Muito melífera e bom abrigo para espécies epífitas e diversos animais. Seus galhos, muito flexíveis, eram usados como chicotes; daí a origem do nome vulgar. A madeira é fácil de trabalhar, ideal para peças encurvadas como: coronhas de armas de fogo, hélices de aviões, pianos, móveis vergados, cabos de ferramentas, cangalhas, etc (LONGHI, 1995, p. 14).

Segundo Backes e Irgang (2002), a madeira do açoita-cavalo presta-se para produzir celulose e papel. A casca fornece fibras, resina, mucilagens e tanino. Também apresenta uso medicinal, é usada como anti-reumático, antidiarréico, anti-séptico, expectorante e depurativo.

Estes autores ainda recomendam *Luehea divaricata* para controle de voçorocas e enriquecimento de matas ciliares.

As folhas de *Luehea* são comercializadas como fitoterápicos contra disenteria, leucorréia, reumatismo, blenorragia e tumores; a infusão das flores é usada contra bronquite e a raiz é depurativa (Tanaka et al., 2005).

Rai (2003), informa que as partes aéreas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini) são usadas em medicamentos tradicionais para feridas de pele, limpeza de grãos, e para lavagens vaginais.

Já Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Wendling et al., 2002) acrescenta que em sistemas agroflorestais a *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini é utilizada em consórcio com outras espécies definidas como tipicamente florestais.

Esta espécie apresenta, em condições de regeneração natural, uma grande quantidade de indivíduos, mostrando que uma espécie recomendável para a regeneração natural de áreas degradadas, além da possibilidade de plantios consorciados com outras espécies em áreas degradadas (Anton et al., 2005).

### 2.2.3 Quanto ao crescimento e produção

Melo (2004), estudando a restauração de mata ciliares em SP, concluiu que *Luehea divaricata* Mart. et Zucc. apresentou ao final de 3 anos um DAP (Diâmetro a altura do peito) de 4,00 cm e altura de 4,50 metros.

Dados da UNA (2006), apontam que o açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini) apresentou um incremento médio anual (IMA) para diâmetro de 0,98 cm e para altura de 0,75 m.

As pesquisas de Carvalho (2003), apontam que o açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini) apresenta crescimento lento, que varia em função do sítio e tratos culturais. A produtividade volumétrica máxima registrada é de  $5,00 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , aos 10 anos.

## 2.3 Recipientes

A produção de mudas de espécies florestais em recipientes é o sistema mais adotado pelos viveiros. Isto se justifica uma vez que é possível alcançar padrões de qualidade superiores, além de se ter o controle sobre a nutrição e proteção das raízes, tanto por danos mecânicos quanto por desidratação, além é claro de facilitar o manejo tanto no viveiro quanto

para o transporte até o local de plantio definitivo. Através do uso de recipientes também é possível maximizar a taxa de sobrevivência e crescimento após o plantio (Tinus e McDonald, 1979; Carneiro, 1995; Gomes e Paiva, 2004).

A evolução das técnicas de produção de mudas, no tocante ao tipo de recipiente, é ilustrada da seguinte forma:

Os recipientes usados na Austrália, para a repicagem de mudas de eucalipto, são cilindros metálicos grampeados, conhecidos como tubos, assim como cilindros de laminado de madeira, enquanto que em outros países são usados vasos de barro, tubos de papel alcatroado, torrões de terra crua, internódios de bambu, recipientes de folha de bananeira. (Penfold & Willis, 1961 (apud SIMÕES), 1970, p. 102).

No Brasil já foram utilizados diversos tipos de recipientes para atender a produção de mudas, principalmente para as do gênero *Eucalyptus*. Os primeiros recipientes utilizados para a produção de mudas florestais foram os laminados de madeira, torrão paulista, recipientes de papelão e ainda há outros de baixo custo, como por exemplo, os feitos a partir de taquara (colmos de bambus), opção de alguns viveiros (Carneiro, 1995; José, 2003). Outros tipos de recipiente que é muito utilizada pelos viveiros são os sacos plásticos, que são usados principalmente para mudas de espécies florestais nativas e para arborização urbana, já que podem ser adquiridos em grandes quantidades e abaixo custos (Gomes e Paiva, 2004).

Segundo os mesmos autores, os sacos plásticos são fáceis de manejar no viveiro e ainda são opções quando se deseja produção em escala de mudas arbóreas. Porém, como foi salientado por eles, este tipo de recipiente apresenta alguns inconvenientes, como por exemplo: enovelamento do sistema radicular, utilização de grande área no viveiro, alto custo no transporte das mudas para o campo (devido ao volume e peso de cada embalagem) e ainda provocam o chamado “cachimbamento” das raízes (característica não desejável na muda).

Buscando uma alternativa para este problema, várias pesquisas foram conduzidas a fim de obter um recipiente que congregasse o maior número de vantagens ao invés de desvantagens. A partir desta temática e a fim de buscar alternativas mais eficientes para a produção de mudas, foram realizados diversos estudos avaliando tipos, tamanhos de recipientes e composição de substratos (Cozzo, 1976; Gomes et al., 1977; Gomes et al., 1991; Aguiar et al., 1992; Santos, 1998; Samôr et al., 2002; José, 2003; Hoppe et al. 2003; Paulino et al., 2003; Gomes et al., 2003).

Cozzo (1976), analisando qual seria o recipiente ideal para a produção de mudas florestais concluiu que a escolha deve recair sobre um recipiente que atenda aspectos práticos e técnicos, ou seja, ser barato, de fácil obtenção em grandes quantidades, baixo custo de

manejo no viveiro, permitir o bom desenvolvimento do sistema radicular e que a sua composição não seja tóxica para as plantas.

Este autor ainda complementa que o tamanho ideal do recipiente é aquele que harmonize o custo com a possibilidade de obter um máximo desenvolvimento radicular, de boa qualidade – sem enovelamentos – e com um bom equilíbrio entre raízes e parte aérea. Ele ainda ressaltou que é mais importante a altura do recipiente do que a largura. Cozzo (1976) explica que com o passar do tempo ocorre um maior desenvolvimento das raízes principais que do que as secundárias; e são as principais que determinam um melhor estabelecimento da árvore no local de plantio definitivo.

Neste sentido, Tinus e MacDonald (1979), informam que apesar de dinâmico o processo de evolução dos recipientes, deve-se preconizar o princípio de que as mudas produzidas tenham o mínimo de distúrbio e exposição do sistema radicular no momento de plantio. Segundo os autores, há maior chance de se obter taxas de sobrevivência e desenvolvimentos superiores se forem minimizados os impactos no momento de plantio.

Para a escolha de um recipiente também se devem considerar os custos, praticidade de manuseio, grau de aproveitamento, permeabilidade às raízes, eficiência sobre o crescimento das mudas, disponibilidade no mercado, resistência e durabilidade (Balloni et al., 1980).

Alguns critérios que devem ser levados em consideração para a escolha de um recipiente para a produção de mudas, principalmente quando se desejam mudas para reflorestamentos, são eles:

- Distribuição do sistema radicular em forma o mais natural possível, não permitindo qualquer tipo de deformação;
- Dimensões dos recipientes (altura e seção transversal), com adequado volume de substrato para cada espécie;
- Possibilidade de reaproveitamento;
- Custos;
- Facilidade de manuseio (se decompõe ou não no viveiro);
- Não trazer problemas à proteção das raízes, durante o transporte das mudas para o campo;
- Disponibilidade no mercado;
- Não ser tóxico para as mudas;
- Se pode ou não ser plantado com as mudas (CARNEIRO, 1995, p.314).

Com o desejo de eliminar ou diminuir as desvantagens dos recipientes, até então utilizados em grande escala, surgiu o tubo de plástico rígido, popularmente conhecido como tubete. Gomes e Paiva (2004), comentam que há uma tendência de substituição dos sacos plásticos pelos tubetes. Esta mudança do tipo de recipiente, saco plástico para tubete, vem ocorrendo gradativamente, porém, as empresas reflorestadoras aderiram ao tubo plástico

devido ao fato de simplificarem os tratos no viveiro e possibilitarem a mecanização das operações de produção das mudas (Carneiro, 1995; Gomes e Paiva, 2004).

O uso de tubetes de pequeno volume iniciou-se nos Estados Unidos por volta da década de 70, atraindo os silvicultores, principalmente por sua economia e automação do sistema de produção de mudas (José, 2003).

Moro et al. (1988) relatam que ocorrem significativos ganhos na substituição dos sacos plásticos por tubetes para a produção de mudas, obtendo redução de 36% no custo da mão-de-obra e de 69% no custo final da muda.

O tubete constitui-se de um tubo de polipropileno rígido, levemente cônico, de seção circular, onde internamente estão dispostos frisos (estrias) que ocorrem longitudinalmente e são equidistantes, em número de 4, 6 ou 8, dependendo do tamanho do recipiente. No fundo do recipiente há um orifício com a finalidade de escoar o excesso de água, além de promover a poda das raízes pelo contato com o ar (Carneiro, 1995; Gomes e Paiva, 2004).

Como vantagens do sistema de produção de mudas em tubetes destacam-se: menor diâmetro (ocupando menor área no viveiro), menor peso, e por conseqüência, menor volume de substrato, possibilidade de mecanização das operações de produção das mudas, redução no custo de transporte das mudas para o local de plantio, redução do custo de plantio, redução da mão-de-obra, facilidade operacional do processo, uso em qualquer condição climática (inclusive em casa de vegetação), além de possibilitar melhoras nas condições de trabalho (ergonomia) (Campinhos Jr. e Ikemori, 1983; Fagundes e Fialho, 1987; Reis, 1988; Carneiro, 1995; Wendling et al., 2002; Gomes e Paiva, 2004).

Entretanto, o sistema de produção de mudas em tubetes ainda não representa uma unanimidade. Neste sentido, Barroso et al. (2000), destacam que as deformações radiculares são o resultado da ação das paredes rígidas, que são acentuados pelo pequeno volume de substrato disponível. Este autor ainda revelou que mudas de *Eucalyptus camaldulensis* produzidas em tubetes apresentaram, após o plantio, raízes pivotantes indefinidas e bifurcadas, além de apresentarem raízes primárias finas e pouco ramificadas. Os autores salientaram que as deformações causadas pelos tubetes persistem mesmo após o plantio, e acabam por comprometer o desempenho inicial das mudas.

Mattei (1993), apresentou um estudo comparativo entre mudas de *Pinus taeda* provenientes por semeadura direta no campo e por mudas produzidas em tubetes. Neste estudo, o autor pôde observar que todas as mudas provenientes da semeadura no campo apresentaram raízes secundárias distribuídas em todos os quadrantes, enquanto que as mudas produzidas a partir de tubetes tiveram estas raízes em apenas dois quadrantes. Este autor

concluiu no final de seu trabalho com *Pinus taeda*, que os tubetes não são adequados para a produção de mudas para essa espécie, e justificou que este recipiente promoveu a deformação das raízes laterais.

Porém, sabe-se que o gênero *Pinus* adapta-se melhor a outros sistemas de produção, como o plantio em raiz nua, apresentado por Campinhos Jr. e Ikemori (1983), ou ainda o sistema apresentado por Novaes et al. (2001), que obtiveram como melhor recipiente para produção de mudas de *Pinus taeda* o sistema de blocos prensados.

Por outro lado, o gênero *Eucalyptus* adaptou-se bem aos tubetes plásticos, assim, vários estudos apresentaram seus resultados positivos (Gomes et al., 1985; Gomes et al., 2003; Carneiro, 1995).

Santos (1998), estudou e avaliou o efeito do tamanho do recipiente (tubete) e a composição do substrato para a produção de mudas de *Cryptomeria japonica*. Neste estudo o autor concluiu que independentemente do substrato o melhor recipiente foi o modelo com 5,2 cm de diâmetro superior e 19 cm de altura.

Por outro lado, Samôr (2002) não recomendou a produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* e de *Sesbania virgata* em tubetes com volume de 50cm<sup>3</sup> e recomendou que para a produção de mudas destas espécies sejam utilizados sacos plásticos de 15 cm de altura ou ainda tubetes de 19 cm.

Entretanto, é importante levar em consideração que:

As pesquisas com embalagens para produção de mudas tem sido muito dinâmicas e sempre acatando o princípio de que o sistema radicular é importante, devendo apresentar boa arquitetura, e que, por ocasião do plantio, deverá sofrer o mínimo de distúrbios, o que permite que a muda seja plantada com um torão sólido e bem agregado a todo o sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o crescimento inicial no campo (GOMES et al., 2003 p. 114).

Gomes et al. (2003), ao avaliarem o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes, concluíram que apesar dos melhores crescimentos terem sido obtidos nos maiores tubetes, esses não são recomendáveis, uma vez que as alturas das mudas estão acima das tecnicamente ótimas para o plantio, além de o custo de produção ser maior.

## 2.4 Substratos

O substrato foi conceituado por Carvalho (1995), como sendo o meio onde as raízes proliferam-se, para que desta forma seja dado suporte estrutural à parte aérea das mudas, além de supri-las de quantidades necessárias de água, oxigênio e de nutrientes. Também se pode

entender como substrato, como sendo um meio adequado para o desenvolvimento do sistema radicular das mudas em recipientes ou em raiz nua (Ibid., p. 249).

A utilização de substratos para a produção de mudas florestais, produzidas em recipientes, tem importante papel para obtenção de mudas de qualidade. Bellé e Kämpf (1988), justificaram que a importância se deve ao fato de que as raízes dispõem de um volume restrito de meio para exploração e desenvolvimento. Neste sentido, várias pesquisas já foram conduzidas a fim de determinar qual o melhor substrato ou a mistura mais adequada para a produção de mudas em diferentes recipientes (Gomes et al., 1977; Gomes et al., 1985; Bellé e Kämpf, 1988; Jesus et al., 1988; Gomes et al., 1991; Aguiar et al., 1992; Samôr et al., 2002; Hoppe et al., 2003).

Gomes e Paiva (2004) reforçam e destacam que a principal função do substrato é de sustentar e fornecer nutrientes às plantas. Além disso, esses mesmos autores informam que o substrato possui diferentes fases, sendo uma delas a fase sólida, composta por partículas minerais e orgânicas; uma líquida, constituída pela solução do solo; e uma gasosa, composta pelo ar atmosférico.

Carneiro (1995), destaca algumas das principais características físicas que o substrato deve apresentar para produzir mudas florestais com padrão de qualidade superior. As características físicas mais importantes, segundo este autor, são: textura, estrutura, porosidade, densidade aparente, matéria orgânica e compactidade.

Alguns autores conseguiram determinar as características tanto físicas quanto químicas para um substrato ideal (Carneiro, 1995; Gonçalves, 1996). Estas características foram reunidas por Gonçalves (1996). Este autor afirmou que um bom substrato deve conter boa estrutura e consistência, de modo a sustentar tanto sementes bem como as estacas; ser suficientemente poroso para drenar o excesso de água, tanto das chuvas quanto das irrigações; ser capaz de reter água, de modo a evitar as irrigações constantes; não deve apresentar contrações ou expansões devido às oscilações de umidade; não apresentar substâncias tóxicas, plantas invasoras, inóculos de doenças e sais em excesso; ser disponível em quantidade e a custos viáveis e ser bem padronizado, ou seja, deve apresentar pouca variação de lote para lote nas suas propriedades físicas e químicas.

Gonçalves (1996), ainda complementa e afirma que o nível de eficiência de um substrato para germinação de sementes, iniciação radicular e enraizamento de estacas, formação do sistema radicular e parte aérea está associado com sua capacidade de aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade de nutrientes.

A definição do substrato e os critérios de sua escolha, em bases científicas, e em especial, no que se refere ao tipo e à sua dosagem, para uma otimização da produção de mudas de espécies nativas ainda são questões a serem pesquisadas (Tedesco et al., 1999).

Jarlet, 1965 (apud SIMÕES), 1970, p. 103, considera que um ponto importante é o da escolha da mistura de solo, devendo esta ser arenosa e de textura bem fina. Porém, Campinhos Jr. e Ikemori (1983) citam que solo e ou areia não são recomendados para serem utilizados como substrato em tubetes, em virtude, principalmente, do seu peso e pela sua desagregação. Gomes e Paiva (2004), recomendam que o solo seja utilizado, preferencialmente, em sacos plásticos e para produção de mudas que irão permanecer no viveiro por longo período.

Assim, vários estudos tentaram determinar qual seria o melhor meio para germinação, iniciação radicular e desenvolvimento de mudas florestais produzidas em tubetes (Gomes et al., 1985; Aguiar et al., 1992; Samôr et al., 2002; Quevedo et al., 2003; Thomas et al., 2003; Hoppe et al., 2003).

Aguiar et al. (1992), recomendam para produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, acomodados em tubetes, seja utilizada uma mistura de 30 a 50% de turfa e 50 a 70% de casca de arroz, bem como formar um substrato a partir da mistura de partes iguais de turfa, casca de arroz e bagaço de cana.

Após estudarem o comportamento de *Cordia trichotoma* sob diferentes taxas de sombreamento e substratos, Jesus et al. (1988) aconselharam o uso de matéria orgânica como substrato.

Samôr et al. (2002), apesar de não recomendarem o uso de tubetes para a produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* e *Sesbania virgata*, concluíram que tanto bagaço de cana-de-açúcar com torta de filtro de usina quanto casca de eucalipto decomposta com vermiculita mostraram-se eficientes para a produção de mudas destas espécies.

De acordo com Minami, 1995 (apud TAVAREZ), 2004, p. 8, substrato é o componente mais sensível e complexo do sistema de produção de mudas, uma vez que qualquer variação na sua composição pode alterar o processo de formação da planta, reduzindo, acentuadamente, a germinação da semente e, até mesmo, o crescimento vegetativo das plantas.

Algumas características básicas são necessárias na definição de um bom substrato para produção de mudas. Segundo o informativo comercial apresentado pela Eucatex Mineral Ltda. (1991), a empresa apresenta no mercado um substrato com as seguintes características:

adequada aeração, boa retenção de água, boa retenção de nutrientes, sanidade e ausência de ervas daninhas.

Um alto teor de matéria orgânica, conforme Backes et al. (1988, p. 669), não é necessariamente importante. Entretanto, várias características num substrato podem ser melhoradas com o acréscimo de matéria orgânica.

O substrato comercializado como Platmax é constituído pela mistura de vermiculita expandida, casca de pinus, turfa e perlita, enriquecido com nutrientes minerais por meio de fonte de solubilidade gradual como osmocote, com a finalidade de atender a demanda da planta na fase de viveiro, sem risco de deficiência pelas perdas por lixiviação. Este substrato é isento de patógenos e de propágulos de plantas daninhas dispensando a aplicação de defensivo para expurgá-lo.

Segundo Gomes e Paiva (2004), a vermiculita é um mineral de argila, do grupo da montmorilonita, apresenta quantidades consideráveis de Mg e Fe e com alta capacidade de troca catiônica (CTC). Este mineral constitui-se de lâminas justapostas, formando tetraedros de sílica e de octaedros de ferro e de magnésio. Gonçalves (1996), informa que a vermiculita é uma forma de mica expandida e que portanto, é obtida a partir do aquecimento da mica a temperaturas superiores a 1000 °C. A vermiculita é leve (baixa densidade), uniforme em sua composição, é estéril, possui grande capacidade de reter água, ar e fertilizantes, além de possibilitar a mecanização do sistema (Campinhos Jr. e Ikemori, 1983).

Gomes e Paiva (2004), destacam que a vermiculita é um ótimo condicionador de solo, podendo melhorar as propriedades físicas e químicas deste meio. Porém, este autor informa que este condicionador de solo possui algumas desvantagens, como as citadas por Gomes et al. (1991): a vermiculita é um produto caro, devido ao processo de industrialização; e quando está em maior parte na mistura, as mudas apresentam deficiências minerais; além do fato de que este material não permite a formação de um sistema radicular bem agregado ao substrato.

Utiliza-se também a casca de pinus como componente de misturas para a formação de substratos. A casca é utilizada em muitos substratos comerciais; é um subproduto da atividade florestal. Assim sendo, após a exploração da madeira, as cascas das árvores são moídas e compostadas, por fim, apresentam tamanhos de partículas de tamanhos variáveis, constituídas por celulose e outros carboidratos similares. Como descrito, a casca de pinus constitui-se de um material orgânico que se decompõe com o tempo. Segundo Gonçalves (1995), a casca de pinus se destaca pela elevada capacidade de troca de cátions, boa drenagem, baixa capacidade de absorção de água e pH ácido, com índice igual a 3,7.

Outro componente utilizado como substrato puro ou em mistura são as chamadas turfas. Este tipo de material caracteriza-se por ser um depósito de sedimentos orgânicos além de apresentar alto teor de umidade (Mangrich, 1986). Este autor ainda informa que o Brasil possui cerca de 25 bilhões de toneladas de turfas espalhadas pelo território nacional.

Kiehl (1985), define turfa como sendo uma substância fóssil organo-mineral, de consistência branda quando molhada, tenaz quando seca, de coloração variável entre o cinza e o preto, encontrada em alagadiços e que tem sido usada como fertilizante orgânico industrializado. Ele ainda informa, que a turfa torna-se interessante economicamente quando o conteúdo de matéria orgânica ultrapassa os 40%.

A formação das turfeiras tem por origem três fatores principais, são eles: a sedimentação das diversas partículas do solo oriundas dos terrenos mais elevados; a deposição de plantas aquáticas e a contribuição das plantas marginais à região alagada. Este processo ocorre sem a presença de oxigênio atmosférico, o que garante à mistura de material vegetal mais a água uma decomposição lenta, devido ao fato de não ocorrer uma oxidação completa (Kiehl, 1985).

Leinz (1980), informa que a decomposição da matéria orgânica é realizada pela ação conjunta de bactérias e fungos anaeróbicos, que através de suas atividades e nas condições de anaerobiose ocorre à fermentação da celulose e lignina, e assim, permite-se à liberação de ácidos húmicos, acético e outros produtos complexos.

As turfeiras, devido aos seus constituintes e a forma como se originam, apresentam propriedades de grande interesse tanto para a indústria quanto para o produtor rural. Assim, destacam-se as porcentagens de umidade, de matéria orgânica, de nitrogênio, de fósforo e de potássio; o índice de pH, a relação C/N, a capacidade de troca catiônica (CTC) e a capacidade de retenção de água (Kiehl, 1985).

Kiehl (1985), acrescenta que as turfas são utilizadas na agricultura para servir como fonte de matéria orgânica para o solo e para fertilizar e melhorar as propriedades do solo, ou seja, age como um condicionador para o solo.

Comercialmente, são disponibilizadas várias formulações contendo a turfa como componente principal e ainda há o acréscimo de outros componentes de acordo com o cultivo. A empresa Florestal S.A. utiliza diferentes tipos de turfas fibrosas e decompostas, mais perlita e vermiculita, que proporcionam condições de retenção de água e aeração, ideais para cada cultura, além do enriquecimento com fertilizantes e calcário (Turfa Fértil, 2006).

O substrato, de nome comercial Humosolo Vida, é produzido a partir de matéria orgânica bem compostada e produtos minerais, 100% obtidos de reciclagem, evitando assim a

exploração ilegal de terra do mato ou banhados e contribuindo desta forma para a preservação de nossos ecossistemas naturais (Humosolo, 2006).

A matéria orgânica quando decomposta produz o chamado composto orgânico. Este composto pode ser obtido tanto de restos culturais como de animais. Segundo Gomes e Paiva (2004), o composto orgânico promove a proliferação de microorganismos úteis, melhora as propriedades físicas e químicas do solo, aumenta a capacidade de retenção água e nutrientes, além de apresentar outras características benéficas para a produção de mudas ou como condicionador de solo.

## **2.5 Padrões e classificação de mudas**

A classificação das mudas em termos de qualidade é de fundamental importância, uma vez que se procura produzir mudas vigorosas e que possam sobreviver e resistir às adversidades do local de plantio definitivo. Além de sobreviver, espera-se que as mudas alcancem os índices de desenvolvimento inicial e crescimento satisfatórios que justifiquem a implantação de acordo com o objetivo da floresta (Carneiro, 1995; Gomes e Paiva, 2004).

Carneiro, 1983 (apud CARNEIRO), 1995, p.57, apresenta os critérios, que são premissas, para a classificação das mudas que se baseiam em aumentar o percentual de sobrevivência das mudas após o plantio e diminuir a frequência dos tratos culturais de manutenção dos povoamentos. Gomes e Paiva (2004), acrescentam que o potencial genético, as condições fitossanitárias e a conformação do sistema radicular também são importantes para a manutenção da produtividade da floresta.

A base no sucesso do reflorestamento é sem dúvida a definição da espécie, o material genético mas, também, conforme destacou Balloni et al. (1980), a qualidade das mudas é determinante na padronização, na uniformidade e no vigor de crescimento dos povoamentos florestais.

Para determinação da qualidade das mudas de espécies florestais, aptas para o plantio, sugere-se que sejam utilizados os parâmetros denominados de morfológicos e fisiológicos. Os parâmetros morfológicos são os mais utilizados devido à praticidade e facilidade de mensurar. Já os fisiológicos dizem respeito ao estado nutricional, capacidade de absorção de água, variações nos tecidos de reserva, potencial de regeneração de raízes, entre outros (Carneiro, 1995; Gomes e Paiva, 2004).

Contudo, os parâmetros fisiológicos são de difícil mensuração, principalmente nos viveiros florestais, além de não fornecerem informações claras e reais a respeito da capacidade de sobrevivência e de crescimento das mudas após o plantio (Gomes e Paiva, 2004).

Carneiro (1995), ressalta e destaca que se deve dar maior atenção ao sistema radicular das mudas, em conjunto com os parâmetros morfológicos, desta forma é possível assegurar melhor desempenho das mudas no campo. Este autor ainda complementa que as raízes estão intimamente associadas às atividades de natureza fisiológica das mudas, no complexo ambiente solo-água-planta.

Os parâmetros morfológicos são os mais utilizados para a determinação da qualidade das mudas. Estes parâmetros e os índices, resultantes das relações dos parâmetros morfológicos, são utilizados isolados ou em conjunto para a determinação da qualidade das mudas (Gomes e Paiva, 2004).

Schmidt-Vogt, 1966 (apud CARNEIRO), 1995, p. 60, classificou como parâmetros morfológicos que determinam a qualidade de mudas florestais: altura da parte aérea, atributos de vigor (peso das diversas partes da muda, diâmetro de colo), capacidade de enraizamento (peso e comprimento das raízes), capacidade de assimilação (ramificação, formação das folhas) e ainda acrescentou outros como comprimento de acículas e de raízes.

Gomes e Paiva (2004), informam que os parâmetros morfológicos mais utilizados e principais para a determinação da qualidade de mudas florestais são: altura da parte aérea, diâmetro do coleto, peso de matéria seca total, peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca das raízes.

Pesquisas têm demonstrado que existe uma grande correlação entre a percentagem de sobrevivência de mudas após o plantio e o diâmetro do colo, segundo estudos de Schubert e Adams, (apud CARNEIRO), 1983.

Daniel et al., 1997 (apud SCHUMACHER et al .), 2001, p. 128, citam que o parâmetro diâmetro do colo, em geral, é o mais observado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo.

São vários os fatores que afetam positiva ou negativamente a qualidade das mudas, José (2003), citando vários autores, aponta alguns fatores que afetam a qualidade de mudas de espécies florestais mediante operações de cultivo, são eles: irrigação, fertilização, repicagem, transplante, sombreamento, espaçamento de cultivo, micorrização, podas, sombreamento, aclimatação, seleção, extração dos recipientes, transporte, armazenamento e manejo é possível alterar as condições morfológicas e fisiológicas das mudas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização do local do experimento

O experimento foi instalado e conduzido no viveiro florestal, junto ao Laboratório de Silvicultura do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria.

O Laboratório de Silvicultura está localizado na Depressão Central do Estado, no município de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, cuja área possui uma altitude aproximada de 90 a 95 metros, sua localização geográfica é entre os paralelos 29°43' e 29°44' de latitude sul, e entre os meridianos 53°42' e 53°44' de longitude oeste de Greenwich, sua localização está ilustrada no mapa da Figura 2.



Figura 2 – Mapa do Rio Grande do Sul com a localização do Município de Santa Maria.

O estudo se deu com *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini, vulgarmente conhecida por açoita-cavalo, comparando o seu desenvolvimento entre diferentes tamanhos de recipientes e diferentes tipos de substratos.

O experimento foi instalado e conduzido no viveiro florestal, em bandejas suspensas, conforme a Figura 3, sendo que sua disposição longitudinal se deu no sentido norte-sul, conforme ilustra a Figura 5. A instalação do experimento foi em 16/09/2004 e a última coleta de dados em 15/03/2005.



Figura 3 – Disposição física dos tratamentos em recipientes suspensos em bandejas. Fonte: Farias(2004).

O clima em Santa Maria, segundo a classificação de Köppen é sub-tropical do tipo fundamental Cfa, representado pela Figura 4, caracterizando-se por chuvas em todos os meses do ano, temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C, e a do mês mais frio superior a 3 °C. A precipitação média anual varia de 1.404 a 1.760 mm.

Os valores meteorológicos, correspondentes ao período do desenvolvimento do experimento, estão apresentados na Tabela 1 e foram obtidos junto a Estação Meteorológica do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

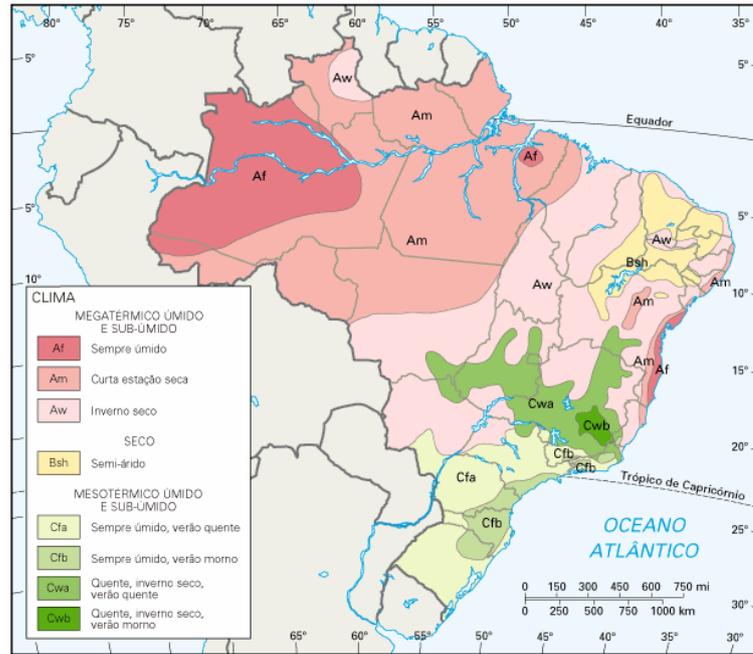


Figura 4 – Mapa climático do Brasil. Fonte: Guia Internet Brasil (1999).



Figura 5 – Disposição espacial e solar do experimento. Fonte: Farias(2004).

Tabela 1 - Precipitação total mensal (mm); Umidade Relativa do ar (%); Temperaturas (°C) médias mensais, máximas e mínimas; Insolação média (h), registradas no período de julho de 2004 a julho de 2005 na Estação Meteorológica da UFSM.

MÊS	Precipitação total mensal (mm)	U.R. Média (%)	Temperatura (°C)			Insolação média (h)
			Máxima	Mínima	Média	
Julho	72,5	80	19,5	8,7	13,1	5,47
Agosto	85,4	81	21,7	10,8	13,3	5,64
Setembro	96,3	82	24,5	13,9	17,1	4,26
Outubro	119,7	73	25,7	12,1	18,1	8,65
Novembro	147,7	70	27,4	15,6	20,7	6,82
Dezembro	62,2	63	30,4	17,8	23,1	9,05
Janeiro	49,8	64	33,5	19,9	24,6	8,96
Fevereiro	59,4	71	31	19,2	22,7	6,41
Março	55,4	68	31,1	18,1	22,3	6,88
Abril	276,1	84	25,1	15,1	17,7	4,27
Mai	183,7	83	23,4	13,9	17,1	4,24
Junho	106,5	86	22,6	14,7	16,8	3,57
Julho	56,2	78	20,2	9,8	12,5	5,78

Fonte: Estação Meteorológica do Departamento de Fitotecnia – UFSM – RS

### 3.2 Obtenção das Sementes

As sementes de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini (açoita-cavalo) foram obtidas junto ao Programa de Ação-Sócio Ambiental da Afubra, sub-projeto “Bolsa de Sementes de Árvores Nativas”. Este programa é uma parceria entre – Associação dos Fumicultores do Brasil (AFUBRA) e a – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

### 3.3 Recipientes

Os recipientes utilizados foram tubetes de polipropileno, cônicos com estrias internas e foram utilizados 4 tamanhos: 53 cm<sup>3</sup>; 115 cm<sup>3</sup>; 180 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup>. Todos os tubetes foram acondicionados em bandejas plásticas suspensas em uma estrutura metálica a cerca de 1,0 m do solo.

As características mais detalhadas dos diferentes modelos de tubetes utilizados estão apresentadas na Tabela 2, e, podem ser visualizados na Figura 4.

Tabela 2 - Especificações técnicas dos diferentes tubetes utilizados.

Modelo	Formato	Diâmetro Superior (mm)	Diâmetro Inferior (mm)	Altura (mm)	Número de estrias	Volume (cm <sup>3</sup> )
R1	Cônico	28	12	125	6	53
R2	Cônico	38	15	145	8	115
R3	Cônico	52	9	131	8	180
R4	Cônico	52	13	190	8	280



Figura 6 – Diferentes tamanhos tubetes utilizados na pesquisa. Fonte: Farias(2005).

### 3.4 Substratos

Os substratos utilizados para a produção das mudas foram os seguintes: Plantmax Hortaliças, Turfa Fértil Horta, Turfa Fértil Eucalipto e Humossolo Vida.

Os substratos não sofreram nenhum tipo de beneficiamento para serem utilizados, da forma como obtidos no comércio, foram colocados nos tubetes e realizadas as sementeiras. Foram colhidas amostras de cada substrato e encaminhadas ao Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM, RS que resultou na análise química da Tabela 3.

Tabela 3 - Composição química dos substratos utilizados no experimento com açoitica-cavalo (*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini).

Substratos	Elementos										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>				
Plantmax Hortaliças	5,81	0,95	4,35	14,14	1,68	0,31	27,80	45,70	19826,0	225,0	76,40
Turfa Fértil Hortaliças	10,00	0,34	0,50	19,34	1,60	1,83	24,33	13,12	5112,0	74,4	44,20
Turfa Fértil Eucalipto	8,36	0,36	0,72	18,56	1,58	2,33	25,99	21,30	4670,0	84,60	42,60
Humosolo Vida	7,68	3,74	1,570	20,26	1,36	3,06	30,98	58,80	41446,0	299,6	222,6

S1=Plantamax Hortaliças; S2=Turfa Fértil Horta; S3=Turfa Fértil Eucalipto; S4=Humosolo Vida

### 3.5 Manejo do Experimento

A semeadura se deu no dia 16/09/2004, e foram semeadas 3 sementes em cada tubete, independente do tamanho do tubete, depois de encerrada a germinação, foi feito um raleio, com auxílio de uma tesoura, preservando a plântula de maior vigor e a mais centralizada, a Figura 7, ilustra como foram realizados a escolha da muda mais centralizada e de maior vigor e o corte das demais.

A irrigação foi realizada por aspersão, sendo que o volume e a periodicidade eram determinados pela observação visual da necessidade ou não de irrigar, no período da germinação as irrigações foram mais frequentes e menos intensas, conforme ocorria o estabelecimento das mudas as irrigações ficaram mais espaçadas.

A água utilizada para irrigação foi a mesma utilizada para irrigar as demais culturas no viveiro, cuja fonte é um poço artesiano.



Figura 7 – Resultado do raleio, tendo como critério a mais centralizada e de maior vigor. Fonte: Farias(2004).

### 3.6 Delineamento Estatístico

Na instalação do experimento adotou-se a distribuição de blocos ao acaso onde:

O bloco é um conjunto de unidades experimentais homogêneas, cada bloco recebe uma vez (repetição) cada tratamento e desta forma o número de unidade experimentais por bloco é igual ao número de tratamentos. Os tratamentos são casualizados sobre as unidades experimentais dentro de cada bloco (STORCK et al., 2004).

Dessa forma o delineamento utilizado foi blocos inteiramente casualizados, e como os tratamentos se constituíram em diferentes tubetes e diferentes substratos, adotou-se o sistema bifatorial. Segundo Stork et al. (2004), um experimento é denominado de fatorial quando duas ou mais séries de tratamentos (fatores) são estudadas simultaneamente no mesmo experimento. Portanto, a possibilidade de haver interação entre o tamanho do tubete e o tipo de substrato resultou num delineamento bifatorial em blocos inteiramente casualizados.

Os blocos foram instalados em uma área plana, de forma que a insolação, irrigação, sombreamento natural e ventos predominantes fossem a mais homogênea possível conforme sugere Gomes (1982), que para o experimento ser eficiente, deverá cada bloco ser tão uniforme quanto possível.

Os fatores utilizados para compor o experimento bifatorial estão na Tabela 4 e os tratamentos já definidos na forma bifatorial encontram-se na Tabela 5.

Tabela 4 — Caracterização dos tipos de recipientes e substratos a serem testados na pesquisa.

<b>Fator A</b>	<b>Caracterização dos diferentes tipos de recipientes</b>
R1	Tubete redondo de polipropileno, 4 estrias, 125 mm de altura, 34 mm diâmetro externo, 28 mm diâmetro interno e 53 cm <sup>3</sup> de volume
R2	Tubete redondo de polipropileno, 4 estrias, 145 mm de altura, 47,5 mm diâmetro externo, 38 mm diâmetro interno e 115 cm <sup>3</sup> de volume
R3	Tubete redondo de polipropileno, 4 estrias, 131 mm de altura, 63 mm diâmetro externo, 52 mm diâmetro interno e 180 cm <sup>3</sup> de volume
R4	Tubete redondo de polipropileno, 4 estrias, 190 mm de altura, 63 mm diâmetro externo, 52 mm diâmetro interno e 280 cm <sup>3</sup> de volume
<b>Fator B</b>	<b>Caracterização dos diferentes tipos de substratos</b>
S1	Plantmax Hortaliças
S2	Turfa Fértil Horta
S3	Turfa Fértil Eucalipto
S4	Humossolo Vida

Tabela 5 - Tratamentos a serem avaliados na pesquisa com *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini.

<b>Interação (Fator A e D)</b>	<b>Tratamento</b>	<b>Descrição</b>
R1S1	T1	Tubete de 53 cm <sup>3</sup> + Plantmax hortaliças
R1S2	T2	Tubete de 53 cm <sup>3</sup> + Turfa Fértil Horta
R1S3	T3	Tubete de 53 cm <sup>3</sup> + Turfa Fértil Eucalipto
R1S4	T4	Tubete de 53 cm <sup>3</sup> + Humossolo
R2S1	T5	Tubete de 115 cm <sup>3</sup> + Plantmax hortaliças
R2S2	T6	Tubete de 115 cm <sup>3</sup> + Turfa Fértil Horta
R2S3	T7	Tubete de 115 cm <sup>3</sup> + Turfa Fértil Eucalipto
R2S4	T8	Tubete de 115 cm <sup>3</sup> + Humossolo
R3S1	T9	Tubete de 180 cm <sup>3</sup> + Plantmax hortaliças
R3S2	T10	Tubete de 180 cm <sup>3</sup> + Turfa Fértil Horta
R3S3	T11	Tubete de 180 cm <sup>3</sup> + Turfa Fértil Eucalipto
R3S4	T12	Tubete de 180 cm <sup>3</sup> + Humossolo
R4S1	T13	Tubete de 280 cm <sup>3</sup> + Plantmax hortaliças
R4S2	T14	Tubete de 280 cm <sup>3</sup> + Turfa Fértil Horta
R4S3	T15	Tubete de 280 cm <sup>3</sup> + Turfa Fértil Eucalipto
R4S4	T16	Tubete de 280 cm <sup>3</sup> + Humossolo

Foram semeadas em média 96 plantas em cada unidade experimental, excluindo-se duas linhas de bordadura, obteve-se 32 plantas úteis, que foram efetivamente avaliadas, segundo Zanon (1997) o tamanho ideal da amostra é de 26 plantas para a variável diâmetro e de 23 mudas para a variável altura.

Para avaliar a qualidade das mudas foi determinado o “Índice de Qualidade de Dickson”, que é obtido em função da altura (H), do diâmetro do colo (DC), do peso da biomassa da parte aérea (PBPA), do peso da biomassa de raízes (PBR) e do peso da biomassa total, com o uso da seguinte formula:

$$IDQ = \frac{PBT}{(H / DC) + (PBPA / PBR)}$$

### 3.7 Coleta dos dados

Após 90 dias iniciaram as medições de diâmetro na altura do colo e a altura total das plantas a partir da porta do tubete. Para a obtenção dos diâmetros foram utilizados um paquímetro digital, e uma régua de acrílico com 30 cm para obtenção dos diâmetros do colo e das alturas, respectivamente, conforme ilustrado na Figura 8.



Figura 8 – Instrumentos utilizados para obtenção dos diâmetros e das alturas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini. Fonte: Farias(2005).

Mesmo que o diâmetro do colo e a altura das plantas os dados mais relevantes, também se optou pela coleta de 10 plantas centrais de cada unidade experimental para avaliação da massa seca da parte aérea e das raízes. Para a coleta do material de análise da parte aérea realizou-se o corte da muda na altura do colo, embaladas em sacos de papel, conforme cada tratamento e a respectiva repetição. Para a coleta das raízes foi utilizada uma peneira de 1,0 mm de diâmetro de orifício. O substrato era lavado de maneira a permitir que as raízes ficassem retidas na peneira, após eram armazenadas, separadas por tratamento e repetição, em sacos de papel.

Todo o material coletado foi encaminhado ao Laboratório de Silvicultura, onde se procedeu à secagem em estufa à temperatura de 70 °C por 72 horas, logo após efetuou-se a pesagem com o auxílio de uma balança de precisão eletrônica.

### **3.8 Análise Estatística**

As informações obtidas ao final do experimento, como: diâmetro do colo, altura das plantas, massa seca da parte aérea e de raízes; foram processadas no software denominado de SAS (Statistical Analysis System), obtendo a análise de variância e para a comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey, fundamentalmente, pela natureza qualitativa das informações analisadas, ou seja, os diferentes tamanhos de recipientes e os diferentes tipos de substratos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos para a altura, diâmetro do colo, biomassa seca das raízes, e biomassa seca da parte aérea e Índice de Qualidade de Dickson, para cada tamanho de recipiente e para cada tipo de substrato, estão apresentados no Anexo 1.

### 4.1 Influência do tamanho do recipiente e tipo de substrato sobre o diâmetro do colo

Na Tabela 6 encontram-se os resultados da análise de variância para o diâmetro de colo sob influência do tamanho do recipiente e tipo de substrato utilizado na formação das mudas.

Tabela 6 – Análise da variância para o diâmetro do colo das mudas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Modelo	18	39,4024	2,1890	18,93
Bloco	3	3,7798	1,2599	10,89**
Tamanho de Recipiente (R)	3	31,0014	10,3338	89,34**
Tipo de Substrato (S)	3	3,2895	1,0964	9,48**
R X S	9	1,3317	0,1480	1,28 NS
Resíduo	45	5,2049	0,1157	
Total	63	44,6074		

Sendo: \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; NS = não significativo

A análise de variância da resposta do diâmetro do colo resultou em uma diferença significativa entre os blocos do experimento, indicando uma pequena heterogeneidade em uma das repetições.

Os resultados estatísticos da análise de variância do diâmetro do colo sob a influência do tamanho do recipiente resultaram em um valor de F igual a 89,34, significativo ao nível de 1% de probabilidade. Isto indica que o tamanho do recipiente traz influência sobre o crescimento do diâmetro do colo para a espécie considerada. Da mesma forma o tipo de substrato utilizado na formação das mudas resultou em um valor de F de 9,48, igualmente significativo ao nível de 1% de probabilidade, demonstrando também, que o tipo de substrato utilizado produz influência no crescimento do diâmetro do colo das mudas.

Por outro lado, a interação entre o tamanho do recipiente e o tipo de substrato não produziu um efeito significativo, indicando que o crescimento diamétrico não é dependente da combinação estrita destes dois fatores, mas tão somente quando aplicado isoladamente.

#### 4.1.1 Análise de comparação de médias para o tamanho do recipiente

Devido à existência de diferenças significativas entre o tamanho de recipientes foi efetuada análise de comparação de médias, pelo teste de Tukey, resultando que: o tratamento R4, definido pelo recipiente com volume de 280 cm<sup>3</sup>; o tratamento R3, definido pelo recipiente com volume de 180 cm<sup>3</sup>; não diferiram estatisticamente entre si, porém diferenciaram-se dos tratamentos R2, definido pelo recipiente com volume de 115 cm<sup>3</sup>, e do tratamento R1, definido pelo recipiente com volume de 53 cm<sup>3</sup>. Por outro lado, os tratamentos R2 e R1 também apresentaram diferença significativa entre si.

Os resultados indicaram que o tratamento R4 produziu maior crescimento em diâmetro do colo, igual a 3,73 cm, seguido do tratamento R3 com 3,58 cm, portanto, uma diferença de crescimento de tão somente 0,15 cm, bastante reduzido do ponto de vista biométrico. Isto possibilita indicar que biologicamente e economicamente é mais viável a utilização dos recipientes utilizados no tratamento R3 de 180 cm<sup>3</sup>, principalmente devido à diminuição de volume de substrato utilizado na produção das mudas, o que implica em redução de tempo e custos.

Neste mesmo sentido Gomes et al (2003), ao analisar o crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes comprovou que as mudas apresentaram crescimentos diferentes a 1% de probabilidade, sendo que o tubete de 280 cm<sup>3</sup> apresentou os melhores resultados.

Da mesma forma ao estudar o crescimento de mudas de café em diferentes tubetes, Gervasio (2003), verificou que em todas as variáveis analisadas, as mudas de cafeeiro produzidas nos tubetes de 120 cm<sup>3</sup> foram superiores as cultivadas nos tubetes de 60 cm<sup>3</sup>, especialmente para o diâmetro do colo e altura da planta.

Para Tavares (2004), as mudas de café que cresceram e se desenvolveram nos tubetes de 200 cm<sup>3</sup> de capacidade apresentaram maior diâmetro do colo, seguidas das plantas dos recipientes de 120 cm<sup>3</sup> e 50 cm<sup>3</sup>.

Na Tabela 7 encontram-se os valores obtidos no final do experimento do diâmetro do colo em função dos tipos de recipientes utilizados na produção das mudas.

Tabela 7 – Comparação de médias para o diâmetro do colo das mudas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini em diferentes tamanhos de recipientes.

<b>Modelo</b>	<b>Volume (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Médias (cm)</b>	
R4	280	3,7355	A
R3	180	3,5846	A
R2	115	2,8178	B
R1	53	1,9873	C

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade de significância.

#### 4.1.2 Análise de comparação de médias para o tipo de substrato

Para os tipos de substratos utilizados na produção das mudas, igualmente foi encontrada diferença significativa entre os mesmos. A análise de comparação das médias, através do teste de Tukey, indicou que: os substratos do tipo S1, definido como Plantmax Hortaliças; tipo S3, definido como Turfa Fértil Eucalipto; tipo S2, definido Turfa Fértil Hortaliças, não se diferenciam estatisticamente. Porém, diferiram estatisticamente do substrato tipo S4, definido como Humosolo Vida.

O substrato do tipo S1, definido Plantmax, diferenciou-se significativamente dos demais tendo produzido um diâmetro médio do colo de 3,31 cm.

Na Tabela 8 pode-se observar as diferenças encontradas do diâmetro do colo para os tipos de substratos utilizados na produção das mudas.

Tabela 8 – Comparação de médias para o diâmetro do colo das mudas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini em diferentes tipos de substrato.

<b>Modelo</b>	<b>Substratos</b>	<b>Médias (cm)</b>	
S1	Plantmax Hortaliças	3,3154	A
S3	Turfa Fértil Eucalipto	3,0992	A
S2	Turfa Fértil Horta	3,026	A
S4	Humosolo Vida	2,6846	B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade de significância.

#### 4.1.3 Análise dos resultados do melhor recipiente e do melhor substrato para o diâmetro do colo

Na Figura 9 pode ser observado o desenvolvimento das mudas no tempo quando produzidas a partir de recipientes com 180 cm<sup>3</sup> e substrato Plantmax Hortaliças. Verifica-se que aos 180 dias as plantas atingiram um diâmetro médio de 3,61 cm. O crescimento em diâmetro do colo no tempo apresentou um coeficiente de correlação de Pearson igual a 0,9969, altamente significativo, indicando um elevado grau de associação destas variáveis.

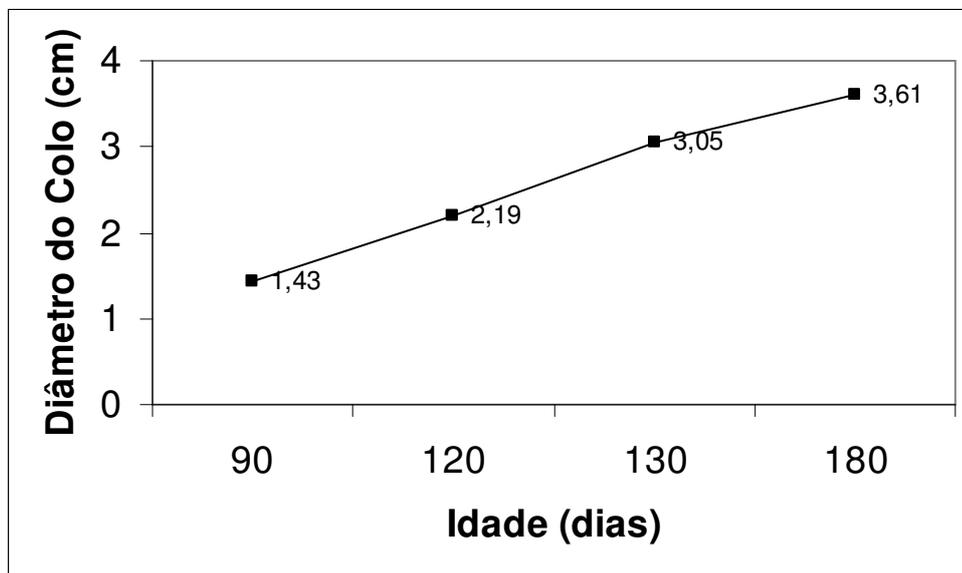


Figura 9 – Crescimento em diâmetro do colo no tempo, para tamanho de recipiente com 180 cm<sup>3</sup> e substrato Plantmax Hortaliças.

Já na Figura 10 é possível observar o estado de desenvolvimento das mudas nos diversos recipientes utilizados no experimento, produzidas com o substrato Plantmax Hortaliças, sendo que o tratamento identificado como R3S1 apresentou, estatisticamente, os melhores resultados.



Figura 10 – Crescimento das mudas nos diferentes recipientes com substrato Plantmax Hortalças, aos 180 dias de observação.

#### 4.2 Influência do tamanho do recipiente e tipo de substrato sobre a altura

Na Tabela 9 encontram-se os resultados da análise de variância para a altura sob influência do tamanho do recipiente e tipo de substrato utilizado na formação das mudas.

Tabela 9 – Análise da variância para a altura das mudas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Modelo	18	1402,6131	77,9229	10,91
Bloco	3	104,0591	34,6863	4,86**
Tamanho de Recipiente (R)	3	1146,4409	382,1469	53,52**
Tipo de Substrato (S)	3	32,0789	10,6929	1,50 NS
R X S	9	120,034	13,3371	1,87 NS
Resíduo	45	321,3171	7,1404	
Total	63	1723,9302		

Sendo: \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; NS = não significativo

A análise de variância da resposta da altura resultou em uma diferença significativa entre os blocos do experimento, indicando uma pequena heterogeneidade em uma das repetições.

Os resultados estatísticos da análise de variância da altura sob a influência do tamanho do recipiente resultaram em um valor de F igual a 53,52, significativo ao nível de 1% de probabilidade. Isto indica que o tamanho do recipiente traz influência sobre o crescimento da

altura para a espécie considerada. Da mesma forma o tipo de substrato utilizado na formação das mudas resultou num valor de F de 1,50, não foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, demonstrando que o tipo de substrato utilizado não exerceu influência no crescimento em altura das mudas.

Por outro lado, a interação entre o tamanho do recipiente e o tipo de substrato não produziu um efeito significativo, indicando que o crescimento em altura não é dependente da combinação estrita destes dois fatores, mas apenas do tamanho do recipiente.

#### 4.2.1 Análise de comparação de médias para o tamanho do recipiente

Devido à existência de diferenças significativas entre o tamanho de recipientes foi efetuada análise de comparação de médias, pelo teste de Tukey, resultando que: o tratamento R4, definido pelo recipiente com volume de 280 cm<sup>3</sup>; o tratamento R3, definido pelo recipiente com volume de 180 cm<sup>3</sup>; não diferiram estatisticamente entre si, porém diferenciaram-se dos tratamentos R2, definido pelo recipiente com volume de 115 cm<sup>3</sup>, e do tratamento R1, definido pelo recipiente com volume de 53 cm<sup>3</sup>. Por outro lado, os tratamentos R2 e R1 também apresentaram diferença significativa entre si.

Estes resultados estatísticos indicaram que o tratamento R4 produziu maior crescimento em altura, igual a 15,80 cm, seguido do tratamento R3 com 13,46 cm, portanto, uma diferença de crescimento de 2,34 cm, inferior 14,8% do tratamento R4, mesmo assim, é possível considerar, do ponto de vista biológico e econômico, que seja mais viável a utilização dos recipientes utilizados no tratamento R3 de 180 cm<sup>3</sup>, principalmente devido a diminuição de volume de substrato a ser utilizado na produção das mudas, o que implica em redução de tempo e custos.

Entretanto, Tavares (2004), confirma que somente a altura apresentou diferenças significativas a 1% de probabilidade para a variável volume de substrato, as plantas conduzidas em recipientes maiores (200 cm<sup>3</sup>) apresentaram as maiores alturas, e as plantas de menor altura foram às conduzidas nos recipientes de menor volume (50 cm<sup>3</sup>).

Com o mesmo objetivo, Napier (1985), conduziu experimento com *Pinus patula*, em diferentes recipientes, e constatou que a altura das mudas é maior nos recipientes de maior volume.

Resultados muito parecidos foram obtidos por Carneiro (1985), trabalhando com mudas de *Pinus taeda*, produzidas em laminados de madeira, que obteve mudas maiores nos recipientes maiores.

Na Tabela 10 encontra-se demonstrado o valor obtido para a altura, ao final do experimento, em função dos tipos de recipientes utilizados na produção das mudas.

Tabela 10 – Comparação de médias para altura das mudas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini em diferentes tamanhos de recipientes.

<b>Modelo</b>	<b>Volume (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Médias (cm)</b>	
R4	280	15,808	A
R3	180	13,4561	A
R2	115	9,9744	B
R1	53	4,5609	C

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade de significância.

#### 4.2.2 Análise de comparação de médias para o tipo de substrato

Para os tipos de substratos utilizados na produção das mudas, não foi encontrada diferença significativa entre os mesmos. Entretanto, o substrato do tipo S4, definido como Humosolo Vida, apresentou valores absolutos superiores aos demais tratamentos, o que ocorreu de forma inversa ao analisar os resultados deste tratamento para a variável diâmetro do colo.

Na Tabela 11 pode-se observar as diferenças encontradas na altura para os tipos de substratos utilizados na produção das mudas.

Tabela 11 – Comparação de médias para altura das mudas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini em diferentes tipos de substrato.

<b>Modelo</b>	<b>Substratos</b>	<b>Médias (cm)</b>	
S4	Humosolo Vida	12,1018	A
S1	Plantmax Hortaliças	10,8318	A
S3	Turfa Fértil Eucalipto	10,6875	A
S2	Turfa Fértil Horta	10,1783	A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade de significância.

#### 4.2.3 Análise dos resultados do melhor recipiente e do melhor substrato para a altura das mudas

Na Figura 11 pode ser observado o desenvolvimento das mudas no tempo quando produzidas a partir de recipientes com 180 cm<sup>3</sup> e substrato Humosolo Vida. Verifica-se que aos 180 dias as plantas atingiram uma altura média de 15,85 cm. O crescimento em altura no tempo apresentou um coeficiente de correlação de Pearson igual a 0,9464, significativo, indicando um elevado grau de associação destas variáveis.

Na Figura 12 é possível observar o estado de desenvolvimento das mudas no recipiente de 180 cm<sup>3</sup>, tratamento R3, com todos os substratos utilizados, observa-se que o tratamento R3S4, utilizando substrato Humosolo Vida, apresentou os melhores resultados.

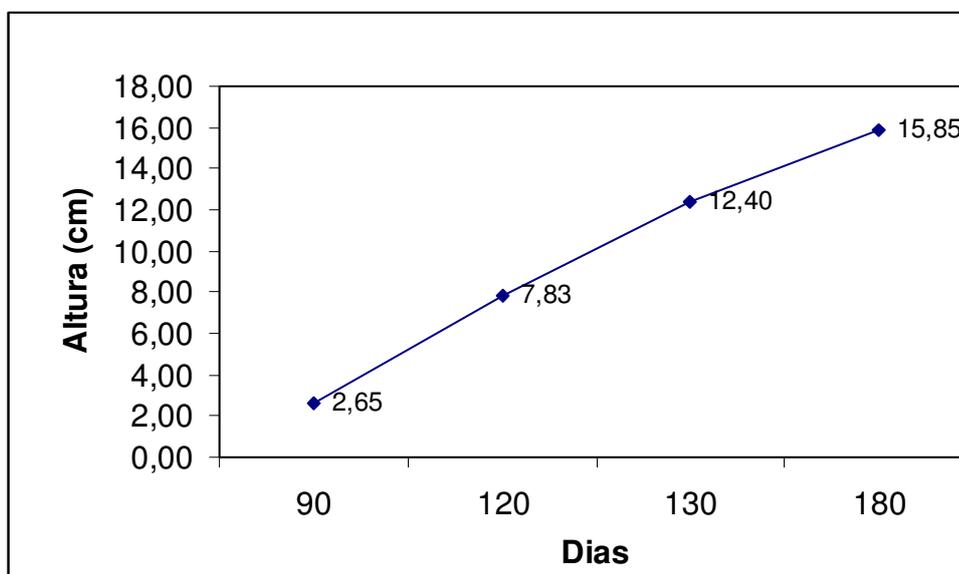


Figura 11 – Crescimento em altura no tempo, para tamanho de recipiente com 180 cm<sup>3</sup> e substrato Humosolo Vida.



Figura 12 – Crescimento das mudas em altura no recipiente de 180 cm<sup>3</sup> e com todos os substratos utilizados no experimento, após 180 dias de observação.

### 4.3 Influência do tamanho do recipiente e tipo de substrato sobre a biomassa seca de raízes

Na Tabela 12 encontram-se os resultados da análise de variância para a biomassa de raízes sob influência do tamanho do recipiente e tipo de substrato utilizado na formação das mudas.

Tabela 12 – Análise da variância para a biomassa de raízes das mudas de *Luehea divaricata*.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Modelo	18	1,5709	0,0873	4,96
Bloco	3	0,2028	0,0676	3,84**
Tamanho de Recipiente (R)	3	1,2175	0,4058	23,05**
Tipo de Substrato (S)	3	0,0897	0,0299	1,70 NS
R X S	9	0,0608	0,0067	0,38 NS
Resíduo	45	0,7922	0,0176	
Total	63	2,3631		

Sendo: \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; NS = não significativo

A análise de variância da resposta da biomassa de raízes resultou em uma diferença significativa entre os blocos do experimento, indicando uma pequena heterogeneidade em uma das repetições.

Os resultados estatísticos da análise de variância da biomassa de raízes, sob a influência do tamanho do recipiente, resultou em um valor de F igual a 23,05, significativo ao nível de 1% de probabilidade. Isto indica que o tamanho do recipiente traz influência sobre o a biomassa de raízes para a espécie considerada. Da mesma forma o tipo de substrato utilizado na formação das mudas resultou num valor de F de 1,70, não foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, demonstrando que o tipo de substrato utilizado não exerceu influência sobre a biomassa de raízes das mudas.

Da mesma forma a interação entre o tamanho do recipiente e o tipo de substrato não produziu um efeito significativo, indicando que a biomassa de raízes não é dependente da combinação estrita destes dois fatores, mas apenas do tamanho do recipiente.

#### 4.3.1 Análise de comparação de médias para o tamanho do recipiente

Devido à existência de diferenças significativas entre o tamanho de recipientes foi efetuada análise de comparação de médias, pelo teste de Tukey, resultando que: o tratamento R4, definido pelo recipiente com volume de 280 cm<sup>3</sup>; o tratamento R3, definido pelo recipiente com volume de 180 cm<sup>3</sup>; não diferiram estatisticamente entre si, porém diferenciaram-se dos tratamentos R2, definido pelo recipiente com volume de 115 cm<sup>3</sup>, e do tratamento R1, definido pelo recipiente com volume de 53 cm<sup>3</sup>. Por outro lado, os tratamentos R2 e R1 também apresentaram diferença significativa entre si.

Estes resultados estatísticos indicaram que o tratamento R4 produziu maior biomassa de raízes, igual a 0,4825 g, seguido do tratamento R3 com 0,3797 g, portanto um diferença de 0,1028 g, correspondente a 21,31% superior em favor do tratamento R4, recipiente de 280 cm<sup>3</sup>, o que do ponto de vista biométrico é muito significativo, o que permite indicar que ao considerar a biomassa de raízes como parâmetro de qualidade, a escolha recairá sobre o recipiente R4, de 280 cm<sup>3</sup>, ao considerar aspectos econômicos a opção passa a ser o recipiente R3, de 180 cm<sup>3</sup>, implicando além da redução de custos, redução de tempo e ganhos em logística, além de que não houve, estatisticamente, diferença entre esses dois tipos de recipientes.

Na Tabela 13 encontra-se demonstrado o valor obtido no final do experimento para os valores da biomassa de raízes em função dos tipos de recipientes utilizados na produção das mudas.

Resultados semelhantes foram obtidos em mudas de *Cryptomeria japonica*, cuja maior massa seca das raízes foi relacionada com o volume do tubete (Santos et al., 1998).

Mudas de *Pinus taeda* e de *Pinus echinata*, produziram mais raízes nos recipientes de maior volume (Brissette, 1984; Carneiro, 1985).

Tabela 13 – Comparação de médias para biomassa de raízes das plantas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini em diferentes tamanhos de recipientes.

<b>Modelo</b>	<b>Volume (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Médias (g)</b>	
R4	280	0,4825	A
R3	180	0,3797	A
R2	115	0,2441	B
R1	53	0,1171	C

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade de significância.

#### 4.3.2 Análise de comparação de médias para o tipo de substrato

Para os tipos de substratos utilizados na produção das mudas, não foi encontrada diferença significativa entre os mesmos. Entretanto, o substrato do tipo S1, definido como Plantmax Hortaliças, apresentou valores absolutos superiores aos demais tratamentos, o mesmo ocorreu em relação aos resultados deste tratamento para a variável diâmetro do colo.

Na Tabela 14 pode-se observar as diferenças encontradas no peso seco das raízes, para os tipos de substratos utilizados na produção das mudas.

Tabela 14 – Comparação de médias para a biomassa de raízes das plantas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini em diferentes tipos de substrato.

<b>Modelo</b>	<b>Substratos</b>	<b>Médias (g)</b>	
S1	Plantmax Hortaliças	0,3586	A
S2	Turfa Fértil Horta	0,3063	A
S3	Turfa Fértil Eucalipto	0,3059	A
S4	Humosolo Vida	0,2526	A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade de significância.

#### 4.3.3 Análise dos resultados do melhor recipiente e do melhor substrato para a biomassa de raízes

Na Figura 13 pode ser observado o desenvolvimento das mudas, quando produzidas no Recipiente 3, tubete de 180 cm<sup>3</sup>, e com o Substrato 1, definido como Plantmax Agrícola. Evidenciando que a análise apenas com base no tratamento R3S1, R3S2, R3S3 e R3S4, o melhor resultado, em números absolutos, recai sobre o substrato S3, definido como Turfa Fértil Florestal. Entretanto, quando os resultados levam em conta a análise estatística da comparação de médias evidencia-se a superioridade do substrato 1, definido como Plantmax Hortaliças. É, oportuno mencionar, que cabe esta comparação considerando que não houve interação entre recipientes e substratos.

Outro aspecto interessante a ser destacado é que, mesmo não sendo objeto desta pesquisa, a explicação para essas diferenças se dê pelo espaço disponível para o crescimento das raízes, que no caso do substrato S3, Turfa Fértil Eucalipto, pode ter apresentado maior porosidade e facilitado, com isso, o desenvolvimento das mudas.

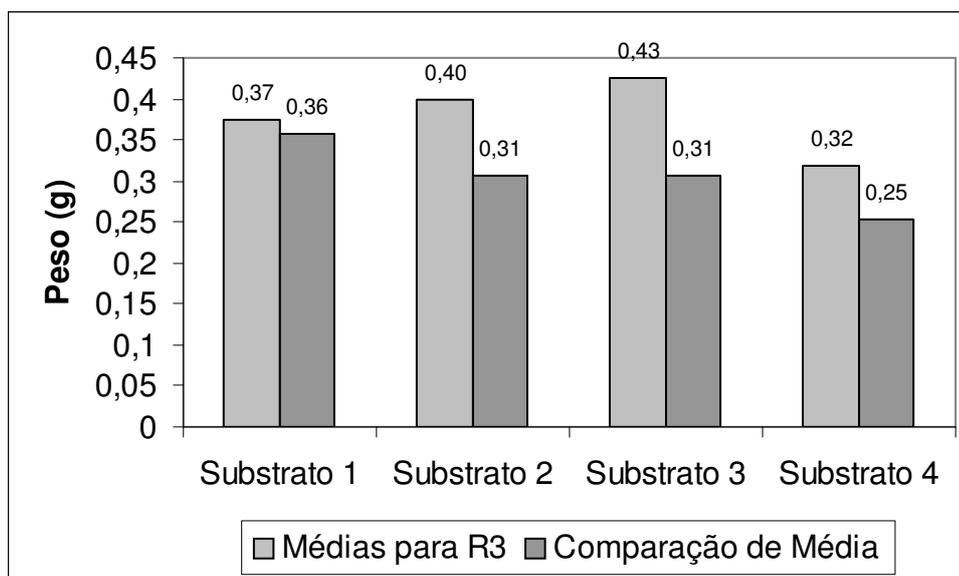


Figura 13 – Comparação entre os resultados das médias da biomassa de raízes do tratamento R3, com a análise de comparação das médias pelo teste de Tukey.

#### 4.4 Influência do tamanho do recipiente e tipo de substrato sobre a produção de biomassa seca da parte aérea

Na Tabela 15 encontram-se os resultados da análise de variância para a biomassa da parte aérea, sob influência do tamanho do recipiente e tipo de substrato utilizado na formação das mudas.

Tabela 15 – Análise de variância para peso seco da parte aérea das mudas de *Luehea divaricata* Martius et Zuucarini.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Modelo	18	7,2964	0,4053	7,48
Bloco	3	0,1794	0,0597	1,10 NS
Tamanho de Recipiente (R)	3	5,3049	1,7683	32,64**
Tipo de Substrato (S)	3	0,8467	0,2822	5,21**
R X S	9	0,9654	0,1073	1,98 NS
Resíduo	45	2,4380	0,0541	
Total	63	9,7344		

Sendo: \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; NS = não significativo

A análise de variância da resposta da biomassa da parte aérea não resultou em uma diferença significativa entre os blocos do experimento, indicando uma homogeneidade entre os blocos, o que não foi observado nos outros estudos.

Os resultados estatísticos da análise de variância da biomassa da parte aérea, sob a influência do tamanho do recipiente, resultou em um valor de F igual a 32,64, significativo ao nível de 1% de probabilidade. Isto indica que o tamanho do recipiente traz influência sobre a biomassa da parte aérea para a espécie considerada. Da mesma forma o tipo de substrato utilizado na formação das mudas resultou num valor de F de 5,21, significativo ao nível de 1% de probabilidade, demonstrando que o tipo de substrato utilizado exerceu influência sobre a biomassa da parte aérea das mudas.

Porém, a interação entre o tamanho do recipiente e o tipo de substrato não produziu um efeito significativo, indicando que a biomassa da parte aérea não é dependente da combinação estrita destes dois fatores, mas apenas de forma isolada.

#### 4.4.1 Análise de comparação de médias para o tamanho do recipiente

Devido à existência de diferenças significativas entre o tamanho de recipientes foi efetuado análise de comparação de médias, pelo teste de Tukey, resultando que: o tratamento R4, definido pelo recipiente com volume de 280 cm<sup>3</sup>; o tratamento R3, definido pelo recipiente com volume de 180 cm<sup>3</sup>; não diferiram estatisticamente entre si, porém diferenciaram-se dos tratamentos R2, definido pelo recipiente com volume de 115 cm<sup>3</sup>, e do tratamento R1, definido pelo recipiente com volume de 53 cm<sup>3</sup>. Por outro lado, os tratamentos R2 e R1 também apresentaram diferença significativa entre si.

Estes resultados estatísticos indicaram que o tratamento R4 produziu maior peso seco da parte aérea, igual a 0,8495 g, seguido do tratamento R3 com 0,656 g, portanto uma diferença de 0,1936 g, equivalente a 22,78% superior em favor do tratamento R4, recipiente de 280 cm<sup>3</sup>, o que do ponto de vista biométrico é muito significativo, o que permite indicar que ao considerar a biomassa da parte aérea como parâmetro de qualidade, a escolha recairá sobre o recipiente R4, de 280 cm<sup>3</sup>, ao considerar aspectos econômicos a opção passa a ser o recipiente R3, de 180 cm<sup>3</sup>, implicando além da redução de custos, redução de tempo e ganhos em logística, além de que não houve, estatisticamente, diferença entre esses dois tratamentos.

As pesquisas realizadas com *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, conduzidas por Gomes et al (1980), concluíram que a maior biomassa da parte aérea das plantas foi obtida nos recipientes maiores.

As pesquisas de Tavares Jr. (2004, p. 26), sobre mudas de café, confirmam que as plantas produzidas em recipientes maiores tem um desenvolvimento superior, concluindo que as plantas que se desenvolveram nos recipientes de 200 cm<sup>3</sup> apresentaram um número maior de folhas do que as plantas conduzidas nos recipientes de 120 cm<sup>3</sup> e por último no de 50 cm<sup>3</sup>.

Na Tabela 16 encontra-se demonstrado o valor obtido ao final do experimento para os valores da biomassa da parte aérea em função dos tipos de recipientes utilizados na produção das mudas.

Tabela 16 – Comparação de médias para biomassa da parte aérea das plantas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini em diferentes tamanhos de recipientes.

<b>Modelo</b>	<b>Volume (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Médias (g)</b>	
R4	280	0,8496	A
R3	180	0,656	A
R2	115	0,327	B
R1	53	0,1049	C

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade de significância.

#### 4.4.2 Análise de comparação de médias para o tipo de substrato

Devido à existência de diferenças significativas entre os tipos de substratos foi efetuada análise de comparação de médias, pelo teste de Tukey, resultando que: o tratamento S4, definido pelo substrato Humosolo Vida, diferenciou-se estatisticamente dos demais

tratamentos. Enquanto os tratamentos: S1, definido como Plantmax Hortaliças; S2, Turfa Fértil Agrícola; S3, Turfa Fértil Florestal, não apresentaram diferença significativa entre si.

Na Tabela 17 podem-se observar as diferenças encontradas nos pesos secos da parte aérea, para os tipos de substratos utilizados na produção das mudas.

Tabela 17 – Comparação de médias para biomassa da parte aérea das plantas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini em diferentes tipos de substrato.

<b>Modelo</b>	<b>Substratos</b>	<b>Médias (g)</b>	
S4	Humosolo Vida	0,6826	A
S1	Plantmax Hortaliças	0,4362	B
S2	Turfa Fértil Horta	0,4134	B
S3	Turfa Fértil Eucalipto	0,4052	B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade de significância.

#### 4.4.3 Análise dos resultados do melhor recipiente e do melhor substrato para a biomassa de raízes

Na Figura 14 pode ser observada a biomassa da parte aérea em função do tipo de substrato para o mesmo recipiente, no caso o recipiente R3, definido como o de volume igual a 180 cm<sup>3</sup>. Evidenciando que tanto a análise com base no tratamento R3S1, R3S2, R3S3 e R3S4, o melhor resultado, em números absolutos, recaí sobre o substrato S4, definido como Humosolo Vida, da mesma forma, quando os resultados levam em conta a análise estatística da comparação de médias também se comprova a superioridade do substrato S4, definido como Humosolo Vida. Menciona-se que cabe esta comparação considerando que não houve interação entre recipientes e substratos.

#### 4.5 Índice de Qualidade de Dickson

Na Tabela 18 encontram-se os resultados da análise de variância para o Índice de Qualidade de Dickson sob a influência do tamanho do recipiente e tipo de substrato utilizado na formação das mudas.

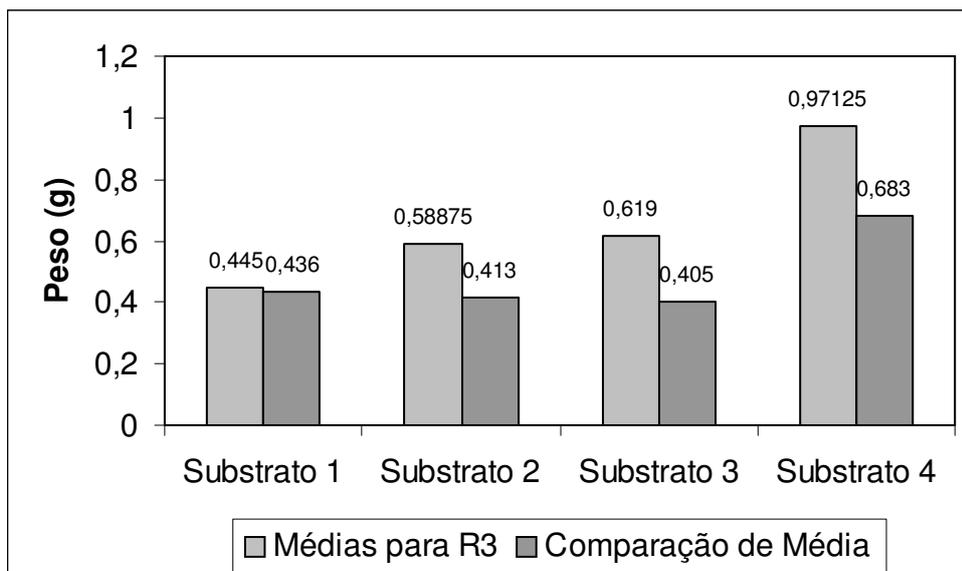


Figura 14 - Comparação entre os resultados das médias de peso seco da parte aérea do tratamento R3, com a análise de comparação das médias pelo teste de Tukey.

Tabela 18 – Análise da variância para o Índice de Qualidade de Dickson das mudas das mudas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Modelo	18	0,2832	0,0157	6,44
Bloco	3	0,029	0,0096	3,96 NS
Tamanho de Recipiente (R)	3	0,2281	0,076	31,13**
Tipo de Substrato (S)	3	0,0182	0,006	2,49 NS
R X S	9	0,0078	0,0008	0,36 NS
Resíduo	45	0,1099	0,0024	
Total	63	0,3931		

Sendo: \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; NS = não significativo

A análise de variância para o Índice de Qualidade de Dickson não resultou em diferença significativa entre os blocos do experimento, indicando que houve uma boa homogeneidade entre as repetições.

Os resultados estatísticos da análise de variância para o Índice de Qualidade de Dickson sob a influência do tamanho do recipiente resultaram em um valor de F igual a 31,14, significativo ao nível de 1% de probabilidade. Isto indica que o tamanho do recipiente traz influência sobre o Índice de Qualidade de Dickson para a espécie considerada. Da mesma forma o tipo de substrato utilizado na formação das mudas resultou num valor de F de 2,49, não foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, demonstrando que o tipo de substrato utilizado não exerceu influência no Índice de Qualidade de Dickson das mudas.

Por outro lado, a interação entre o tamanho do recipiente e o tipo de substrato não produziu um efeito significativo, indicando que o Índice de Qualidade de Dickson não é dependente da combinação estrita destes dois fatores, mas apenas do tamanho do recipiente.

#### 4.5.1 Análise de comparação de médias para o tamanho do recipiente

Devido à existência de diferenças significativas entre o tamanho de recipientes foi efetuada análise de comparação de médias, pelo teste de Tukey, resultando que: o tratamento R4, definido pelo recipiente com volume de 280 cm<sup>3</sup>; o tratamento R3, definido pelo recipiente com volume de 180 cm<sup>3</sup>; não diferiram estatisticamente entre si, porém diferenciaram-se dos tratamentos R2, definido pelo recipiente com volume de 115 cm<sup>3</sup>, e do tratamento R1, definido pelo recipiente com volume de 53 cm<sup>3</sup>. Por outro lado, os tratamentos R2 e R1 também apresentaram diferença significativa entre si.

Estes resultados estatísticos indicaram que o tratamento R4 produziu um Índice de Qualidade de Dickson maior, igual a 0,22, seguido do tratamento R3 com 0,19, portanto, uma diferença de somente 13,6% inferior do tratamento R4, conclui-se que ao considerar o Índice de Qualidade de Dickson como parâmetro de qualidade a opção recai sobre o recipiente R4 (280 cm<sup>3</sup>), porém como não houve diferença significativa entre os tratamentos R3 e R4 e considerando aspectos econômicos, é mais viável a utilização do recipiente R3 (180 cm<sup>3</sup>), principalmente devido à diminuição de volume de substrato a ser utilizado na produção das mudas, o que implica em redução de tempo e custos.

Na Tabela 19 encontra-se demonstrado o valor obtido para o Índice de Qualidade de Dickson, ao final do experimento, em função dos tipos de recipientes utilizados na produção das mudas.

Tabela 19 – Comparação de médias do Índice de Qualidade de Dickson para as plantas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini em diferentes tamanhos de recipientes.

Modelo	Volume (cm <sup>3</sup> )	Médias	
R4	280	0,2214	A
R3	180	0,1883	A
R2	115	0,1169	B
R1	53	0,0687	C

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade de significância.

#### 4.5.2 Análise de comparação de médias para o tipo de substrato

Para os tipos de substratos utilizados na produção das mudas, não foi encontrada diferença significativa entre os mesmos. Entretanto, o substrato do tipo S1, definido como Plantamax Agrícola, apresentou um Índice de Qualidade de Dickson superior aos demais tratamentos.

Na Tabela 20 é possível observar as diferenças encontradas no índice de qualidade de Dickson para os tipos de substratos utilizados na produção das mudas.

Tabela 20 – Comparação de médias do índice de qualidade de Dickson para as plantas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini em diferentes tipos de substrato.

<b>Modelo</b>	<b>Substratos</b>	<b>Médias</b>	
S1	Plantmax Hortaliças	0,1736	A
S2	Turfa Fértil Horta	0,1487	A B
S3	Turfa Fértil Eucalipto	0,1471	A B
S4	Humoslo Vida	0,1259	B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 1% de erro.

#### 4.5.3 Análise dos resultados do melhor recipiente e do melhor substrato

Na Figura 15 pode ser observado o Índice de Qualidade de Dickson em função do tipo de substrato para o mesmo recipiente, no caso o recipiente R3, definido como o de volume igual a 180 cm<sup>3</sup>. Evidenciando que tanto a análise com base no tratamento R3S1, R3S2, R3S3 e R3S4, o melhor resultado, em números absolutos, recai sobre o substrato S1, definido como Plantamax Agrícola, da mesma forma, quando os resultados levam em conta a análise estatística da comparação de médias também se comprova a superioridade do substrato S1. Menciona-se, que cabe esta comparação considerando que não houve interação entre recipientes e substratos.

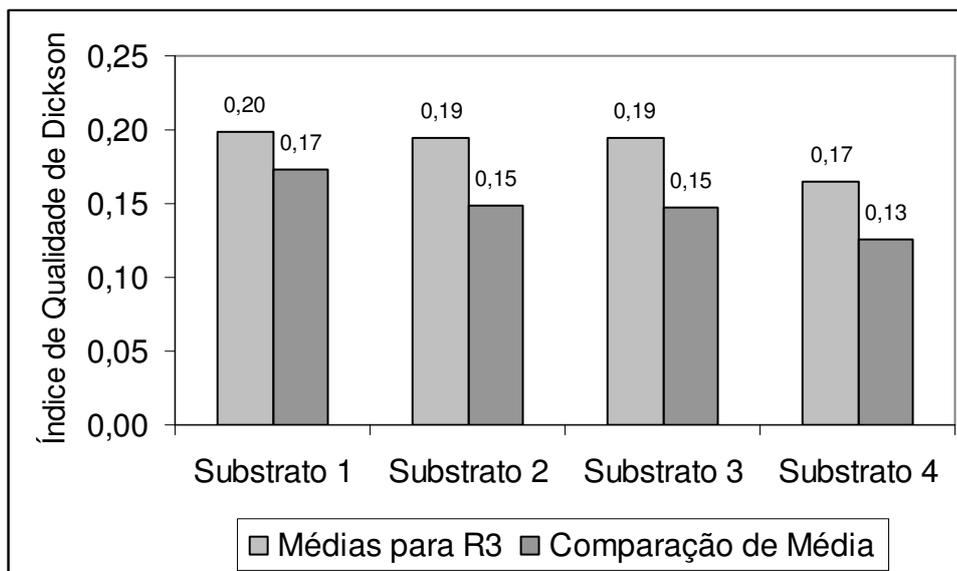


Figura 15 – Comparação entre os resultados do Índice de Qualidade de Dickson do tratamento R3, com a análise de comparação das médias pelo teste de Tukey.

#### 4.6 Relação altura e diâmetro como padrão morfológico de qualidade de muda

A opção por analisar a altura e o diâmetro como padrão morfológico de qualidade se deve tanto pela facilidade em obter os valores, mas principalmente por não ser um método destrutivo, como as análises relacionadas ao peso seco, tanto da parte aérea como das raízes.

Para Carneiro (1995) a altura da parte aérea combinada com o diâmetro do coleto constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo.

O valor resultante da divisão da altura da parte aérea pelo seu respectivo diâmetro do coleto exprime o equilíbrio de crescimento, relacionando esses dois importantes parâmetros morfológicos em apenas um índice, também denominado de Quociente de Robustez, sendo considerado um dos mais precisos, pois fornece informações de quanto delgada ou estiolada está a muda, independente da espécie analisada.

Como o recipiente R3 (180 cm<sup>3</sup>) apresentou os melhores resultados, considerando os aspectos econômicos, e por outro lado o substrato S1 (Plantmax Agrícola) apresentou melhor resultado para o diâmetro do colo e peso seco de raízes, enquanto o substrato S4 (Humosolo Vida) apresentou os melhores resultados para o crescimento em altura e a biomassa da parte aérea, cabe uma análise da relação H/D entre estes tratamentos, a Figura 16 apresenta a evolução da relação H/D durante os 180 dias de observação do experimento.

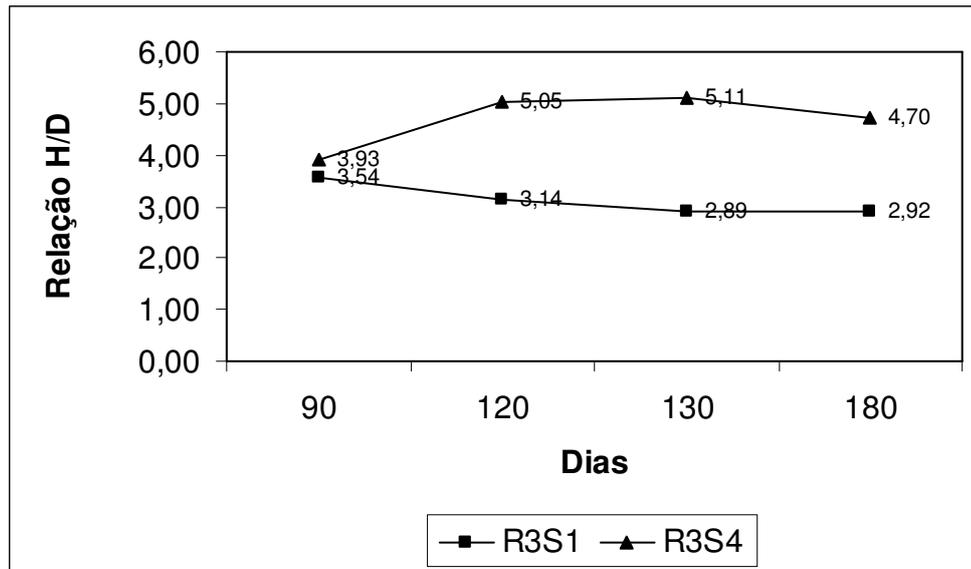


Figura 16 – Relação H/D para mudas de *Luehea divaricata* Martius et Zuccarini, para dois tratamentos durante 180 dias.

Observa-se que a relação H/D em R3S1 (180 cm<sup>3</sup>+Plantamax Agrícola), apresenta uma relação H/D mais baixa, o que indica um crescimento em altura implica em crescimento em diâmetro numa proporção bem acentuada, e que após os 120 dias a muda apresenta uma estabilidade nesta relação, o que se pode concluir como um amadurecimento ou robustez da muda.

A relação H/D em R3S4 (180 cm<sup>3</sup>+Humosolo Vida), apresenta uma relação H/D alta, evidenciando que há um crescimento maior em altura para cada acréscimo no diâmetro. A partir do 130º dia as mudas estabelecem um H/D mais baixa, o que indica que as mudas iniciam um processo de rustificação ou estagnação.

Considerando que o Índice de Qualidade de Dickson estabelece relações entre o peso seco total e as relações H/D para a muda e seus respectivos pesos secos de raiz e parte aérea, e que os resultados obtidos apresentaram valores superiores para R3S1 em relação a R3S4, é possível afirmar que o melhor tratamento é R3S1.

## 5 CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados obtidos no presente estudo, chegou-se as seguintes conclusões:

- a) Os recipientes de maior volume, cujos tratamentos eram R3 e R4, respectivamente recipientes de 180 cm<sup>3</sup> e de 280 cm<sup>3</sup>, foram os que apresentarem os melhores resultados para a variável diâmetro do colo, altura da muda, peso seco de raízes e peso seco da parte aérea;
- b) A opção pelo recipiente de 180 cm<sup>3</sup>, deve ser recomendada pelos ganhos econômicos decorrentes da economia de substrato;
- c) O substrato S1, definido como Plantmax Agrícola, apresentou os melhores resultados para a variável diâmetro do colo e peso seco de raízes;
- d) Não houve interação entre o tamanho do recipiente e o tipo de substrato para nenhuma das variáveis analisadas;
- e) Há uma relação linear entre o crescimento da muda e o tempo, indicando que a partir de 150 dias após a semeadura, as plantas reduzem o ritmo de crescimento;
- f) O substrato S2, definido como Humosolo Vida, apresentou os melhores resultados para a variável altura da muda e para o peso seco da parte aérea.

## 6 RECOMENDAÇÕES

Para futuras investigações sugere-se as seguintes recomendações para complementar a silvicultura do Açoita Cavalo (*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini):

- a) Necessidade de avaliar os custos de produção das mudas de Açoita-Cavalo (*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini), em função da possibilidade de utilizar um recipiente menor para produção das mudas;
- b) Necessidade de repetir o experimento, para avaliar se com uma adubação de base e de cobertura as mudas não atingiriam padrões de qualidade aceitáveis com recipientes menores, excluindo o recipiente de 53 cm<sup>3</sup>;
- c) Definir parâmetros morfológicos que indiquem o grau de qualidade das mudas de Açoita-Cavalo (*Luehea divaricata* Martius et Zuccarini);
- d) Possibilidade de produção de mudas a partir de estacas ou cultura de tecidos, uma vez que os exemplares com as melhores características, do ponto de vista econômico, foram quase dizimados;
- e) Realizar um plantio a partir das mudas obtidas, e avaliar o índice de sobrevivência das plantas em função do tamanho de tubete e tipo de substrato utilizado;
- f) Realizar um plantio a partir das mudas obtidas, e avaliar o crescimento inicial das plantas em função do tamanho do tubete e tipo de substrato utilizado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, I.B. et al. Efeitos da composição do substrato para tubetes no comportamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden no viveiro e no campo. **Circular Técnica, IPEF**, n.180, 10p., 1992.
- ANTON, C. S. et al. UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. UFLA. Lavras, 2005. Disponível em <http://www.cemac-ufla.com.br/trabalhospdf/trabalhos%20voluntarios/protoc%2063.pdf>. Acesso em:15 nov. 2005.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: Guia de Identificação & Interesse Ecológico**. [S.l.: s.n.], 2002. 326p.
- BACKES, M. A.; KÄMPF, A. N.; BORBÁS, J. M. Substratos para produção de plantas em viveiros. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 4., 1988, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata. Secretaria de Estado para Agricultura do RS, p. 665-676.
- BALLONI, E. A. et al. Estudo comparativo de diferentes tipos de recipientes para a produção de mudas de *Eucalyptus saligna* SM e seu comportamento no campo. **Circular Técnica, IPEF**, n. 108, 8p., 1980.
- BARROSO, D.G. et al. Efeito do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *E. urophylla* S.T. Blake. **Revista Árvore**, Vi, v. 24, n.1, p. 291-296, 2000.
- BELLÉ, S.; KÄMPF, A. N. Estudo comparativo de turfas do município de Viamão/RS para uso como substrato em viveiros. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 4., 1988, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata. Secretaria de Estado para Agricultura do RS, p. 493-511.
- BRISSETTE, J. C.; BARNETT, J. P.; GRAMLING, C. L. Root growth potential of southern pine seedlings grown at the W. Ashe nursery. SOUTHERN FOREST NURSERY ASSOCIATION, 1988.: Charleston. **Proceedings...** New Orleans: USDA. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, 1988. p. 173-183.
- CAMPINHOS JR., E.; IKEMORI, Y. K. Nova técnica para produção de mudas de essências florestais. **IPEF**, n. 23, v. 47, p. 47-51, 1983.
- CARDOSO, E.; SCHIAVINI, I. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, p.277-289, 2002.
- CARNEIRO, J. G. A. Variações na metodologia de produção de mudas florestais que afetam os parâmetros morfológicos que indicam sua qualidade. Curitiba, 1983, 40p. (Série Técnica, **FUPEF**, n. 12)
- CARNEIRO, J. G. A., **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: EMBRAPA – CNPF; Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.

COZZO, D. **Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina.** Buenos Aires, Argentina: Ed. Hemisferio Sur, 1976. 610 p.

EUCATEX MINERAL LTDA. **Sistema Plantmax – produção de mudas.** São Paulo. 1991. Não paginado.

FAGUNDES, N.B.; FIALHO, A.A. Produção de mudas de *Eucalyptus* via sementes no sistema tubete, na COPENER. Piracicaba, v.4, n.13, p.25-29, 1987. (Série Técnica, **IPEF**).

GERVÁSIO, E.S. Efeito de lâminas de irrigação e doses de condicionador, associadas a diferentes tamanhos de tubetes, na produção de mudas de café. 2003.105f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo / Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

FARIAS, J. A. C. et al. Estrutura fitossociológica de uma floresta estacional decidual na região de Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 4, n. 1, p. 109-128, 1994.

GONÇALVES, A. J. Substrato para produção de mudas de plantas ornamentais: In: MINAMI, K. (Ed.) **Produção de mudas de alta qualidade na horticultura.** São Paulo, p. 107-115. 1995.

GONÇALVES, J.L.M.; POGGIANI, F. Substratos para a produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia-SP. **Anais...** Águas de Lindóia: USP-ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, 1996. 1 CD-ROM.

GOMES, J.M. et al. Efeito de recipientes e substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, v. 1 n. 2, p. 167-172, 1977.

GOMES, J.M.; PEREIRA, A.R.; MORAIS, E.J. Influência do tamanho da embalagem na produção de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Árvore**, v.9, n.1, p.16-20, 1980.

GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental.** Piracicaba: Nobel 10. ed., , 1982. 430 p.

GOMES, J.M. et al. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes e em bandejas de isopor. **Revista Árvore**, v. 9, n. 1, p. 59-86, 1985.

GOMES, J.M. et al. Efeito da poda de raízes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus citriodora* produzidas em tubetes. **Revista Árvore**, v. 15 n. 1, p. 43-54, 1991.

GOMES, J.M. et al. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em “Win-Strip”. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15 n. 1, p. 35-42, 1991.

GOMES, J. M. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptos grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 116 p. (Caderno didático)

HACK, C., LONGHI, S. J., BOLIGON, A. A. et al. Análise fitossociológica de um fragmento de floresta estacional decidual no município de Jaguari, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, set-2005, v. 35, n. 5, p. 1083-1091.

HOPPE, J.M. et al. Efeitos de diferentes tipos de substratos e recipientes no desenvolvimento de mudas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Willd.) e seu desempenho no campo. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9., 2003, Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata/UFSM/FATEC/PPGEF, 2003. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Determinação do melhor substrato para a produção de mudas de *Pinus taeda* L. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9., 2003, Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata/UFSM/FATEC/PPGEF, 2003. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Crescimento inicial de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) com diferentes misturas de substratos. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9., 2003, Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata/UFSM/FATEC/PPGEF, 2003. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Avaliação dos diferentes tipos de substratos para produção de mudas de *Pinus elliottii* Engelm. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9., 2003, Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata/UFSM/FATEC/PPGEF, 2003. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Crescimento inicial de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) em diferentes tipos de recipientes. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9., 2003, Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata/UFSM/FATEC/PPGEF, 2003. 1 CD-ROM.

HUMOSOLO: terra preta para vasos. Guaíba: Vida Produtos e Serviços em Desenvolvimento Ecológico Ltda, 2006. Catálogo de produto.

JESUS, R.M. et al. Efeito da luminosidade e do substrato na produção de mudas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. (Louro). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 4., 1988, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata. Secretaria de Estado para Agricultura do RS, p. 493-511.

JOSÉ, A. C. **Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para revegetação de áreas degradadas**. 2003. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

LONGHI, R. A. **Livro das árvores: árvores e arvoretas do Sul**. Porto Alegre: L&PM, 1995. 176p.

LORENZI, H.; **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, v. 1, 2a ed., Nova Odessa, Plantarum, 2002, v. 1.

LEINZ, V. **Geologia geral**. 8. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1980. 397 p.

MANGRICH, A.S. Turfas brasileiras. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE FONTES NOVAS E RENOVÁVEIS DE ENERGIA, 1., 1986, Brasília. **Anais...** Brasília: Ministério das Minas e Energia, Secretaria de Tecnologia, 1986. p. 453-454.

MATTEI, V. L. Deformações radiculares em plantas de *Pinus taeda* L. produzidas em tubetes quando comparadas com plantas originadas por semeadura direta. **Ciência Florestal**, RS. v. 4, n. 1, p. 9-21, 1994.

MELO, A. C. G. **Reflorestamentos de restauração de mata ciliares: análise estrutural e método de monitoramento no médio vale do Paranapanema (SP)**. 2004. 141f. Dissertação (Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MORO, L. et al. Viveiro contínuo de *Eucalyptus* da Champion Papel e Celulose Ltda. **IPEF**, n. 16, 1988. 5p.

NAPIER, I. A. Técnicas de vivero para la producción de coníferas en los trópicos. In: SIMPÓSIO FLORETAS PLANTADAS NOS TRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 1983, Viçosa. **Anais...**, 1985. p.36-47.

NOVAES, A.B. et al. Desempenho de mudas de *Pinus taeda* produzidas em raiz nua e em dois tipos de recipientes, 24 meses após o plantio. **Floresta**, v. 31, n. 1/2, p. 62-71, 2001.

PALACEVINO, J. A.; EIBL, B. I.; BARTH, S. Características florísticas en el ambiente hidrológico del arroyo pomar. XIV REUNIÓN DE COMUNICACIONES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS, 14., 2003, Eldorado, **Anais...** Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE, 2003. p.xx-xx.

PAULINO, A.F. et al. Distribuição do sistema radicular de árvores de acácia-negra oriundas de mudas produzidas em diferentes recipientes. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 605-610, 2003.

QUEVEDO, F.F. et al. Efeito dos diferentes tipos de substratos para a produção mudas de *Pinus elliottii* Engelm. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9., 2003, Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata/UFSM/FATEC/PPGEF, 2003. 1 CD-ROM.

RAI, M. K.; **Plant-Derived Antimycotics**. Binghamton, NY: Haworth Press. 2003. 587p.

REDE SEMENTE SUL. Universidade Federal de Santa Catarina, 2006. Disponível em: [http://www.sementesul.ufsc.br/novo/secao\\_especies/detalhe\\_especie.asp?esp\\_id=144](http://www.sementesul.ufsc.br/novo/secao_especies/detalhe_especie.asp?esp_id=144). Acesso em: 09 de jan. 2006.

REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; MAESTRI, M. Crescimento e relações hídricas de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. camaldulensis* em tubetes sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, v. 12, n. 2, p. 183-195, 1988.

RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. São Paulo: Ed. da USP, 1976. Paginação irregular.

REITZ, R.; KLEIN, R.N.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SUDESUL, Governo do Rio grande do Sul, Herbário Barbosa Rodrigues, 1988. 525 p.

SAMÔR, O.J.M et al. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 26, n. 2, p. 209-215, 2002.

SANTOS, C.B. **Efeito de modelos de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.f.) D. Don**. 65f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

SIMÕES, J. W. Métodos de produção de mudas de Eucalipto. **IPEF**, v. 1, p. 101-116, 1970.

STORCK, L.; LOPES, S. J.; LÚCIO A. D.; **Experimentação II**. Santa Maria: UFSM, CCR. 2004. 2. ed. 205 p.

SCHUMACHER, M. V. et al. Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, RS. v. 11, n. 2, p. 121-130. 2001.

TANAKA, J. C. A., SILVA, C. C., DIAS FILHO, B. P. *et al.* Chemical constituents of *Luehea divaricata* Mart. (Tiliaceae). **Quím. Nova**, v.28, n.5, p.834-837, 2005.

TAVARES JR., J. E. **Volume e granulometria do substrato na formação de mudas de Café**. 2004. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola de Agricultura Luiz de Queiroz SP.

TEDESCO, N. et al. Influência do vermicomposto na produção de mudas de caroba (*Jacaranda micrantha* Chamisso). **Revista Árvore**, v. 23, n. 1, p. 1-8, 1999.

TEDESCO, N. **Produção de Mudas de Acácia-Negra (*Acácia mearnsii* De Wild.) adubadas com N-P-K**. 1999. 71f. Dissertação (Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1999.

THOMAS, R. et al. Determinação do melhor substrato para produção de mudas de *Pinus taeda* L. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9., 2003, Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata/UFSM/FATEC/PPGEF, 2003. 1 CD-ROM.

TINUS, R.W.; McDONALD, S.E. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. Gen. Tech. Rep. RM. USDA. **Forest Service**, n. 60, p. 1-256, 1979.

TOMLINSON, P. B.; **The Botany of Mangroves**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 433p.

TURFA FÉRTIL, 2006. Catálogo de produto.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN (UNA). Asunción, Paraguay, 2005. Disponible em <http://www.agr.una.py/cgi-cef/cef.cgi?rm=detalle&ID=33>. Acesso em: 5 jan. 2006.

VEIGA, M. P. et al. Avaliação dos aspectos florísticos de uma mata ciliar no Norte do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 25, n. 2, p.519-525, 2003.

WENDLING, I.; FERRARI, M.P.; GROSSI, F. **Curso intensivo de viveiros e produção de mudas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 48 p.

ZANON, M. L. B. et al. Tamanho de amostra para experimentos de *Eucalyptus saligna* SMITH em viveiro. **Ciência Florestal**, v. 7, n. 1, p. 133-138. 1997.

**ANEXO**

**ANEXO 1 – Médias de altura (cm); diâmetro do colo (mm); biomassa de raízes (g); biomassa da parte aérea (g), índice de qualidade de Dickson por modelo de recipiente e tipo de substrato.**

<b>Recipiente</b>	<b>Substrato</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Diâmetro do Colo (cm)</b>	<b>Peso Seco de Raízes (gramas)</b>	<b>Peso Seco da parte Aérea (gramas)</b>	<b>Índice de Qualidade de Dickson</b>
R1	S1	5,10	2,12	0,152	0,108	0,083
R1	S2	4,88	2,11	0,115	0,112	0,068
R1	S3	5,21	2,24	0,145	0,125	0,085
R1	S4	3,05	1,48	0,056	0,076	0,039
R2	S1	11,05	3,23	0,309	0,341	0,144
R2	S2	8,92	2,77	0,241	0,278	0,117
R2	S3	9,13	2,75	0,227	0,294	0,113
R2	S4	10,80	2,51	0,200	0,396	0,095
R3	S1	10,55	3,61	0,374	0,445	0,199
R3	S2	13,01	3,63	0,398	0,589	0,194
R3	S3	14,41	3,72	0,427	0,619	0,195
R3	S4	15,85	3,37	0,320	0,971	0,165
R4	S1	16,62	4,29	0,600	0,851	0,269
R4	S2	13,91	3,59	0,469	0,676	0,215
R4	S3	13,99	3,68	0,427	0,583	0,196
R4	S4	18,71	3,38	0,435	1,288	0,206