

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

Patrícia Mieth

**CAROÇO DE PÊSSEGO TRITURADO: ALTERNATIVA DE
SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS**

Santa Maria, RS
2016

Patrícia Mieth

**CAROÇO DE PÊSSEGO TRITURADO: ALTERNATIVA DE SUBSTRATO PARA
PRODUÇÃO DE MUDAS**

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

Orientadora: Dra. Maristela Machado Araujo

Santa Maria, RS
2016

Mieth, Patrícia

Caroço de pêssego triturado: alternativa de substrato para produção de mudas / Patrícia Mieth.-2016.

100 p.; 30cm

Orientadora: Maristela Machado Araujo

Coorientadora: Marlove Fátima Brião Muniz

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2016

1. Resíduo orgânico 2. Prunus Persica 3. Eucalyptus dunnii 4. Mudanças florestais I. Machado Araujo, Maristela II. Fátima Brião Muniz, Marlove III. Título.

Patrícia Mieth

**CAROÇO DE PÊSSEGO TRITURADO: ALTERNATIVA DE SUBSTRATO PARA
PRODUÇÃO DE MUDAS**

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

Aprovado em 24 de fevereiro de 2016:

Maristela Machado Araujo, Dr^a.
(Presidente/Orientadora)

Maria Helena Fermino, Dr^a. (FEPAGRO)

Lauri Amândio Schorn, Dr.(FURB)

Santa Maria, RS
2016

Dedico este trabalho aos meus pais, Jacob e
Jaqueline, e às minhas irmãs Angelina,
Regina e Fernanda, por todo amor e suporte
que me encorajam a seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e pelas oportunidades concedidas.

Agradeço especialmente aos meus pais, Jacob e Jaqueline, e às minhas irmãs, Angelina, Regina e Fernanda, e ao meu cunhado Renato por todo apoio, carinho e confiança.

Ao meu amor Gian, pela compreensão, paciência e companheirismo.

À minha orientadora, Maristela Machado Araujo, pela oportunidade, confiança, atenção, orientação e todo apoio prestado.

À Maria Helena Fermino, por toda ajuda e ensinamentos transmitidos e pela disponibilidade em participar da banca de avaliação.

Ao professor Lauri Amândio Schorn pela disponibilidade em participar da banca de avaliação.

Aos colegas do Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal: Adriana G., Álvaro B., Daniele R., Felipe M., Felipe T., Jairo P., Jessé M., Matheus S., Mônica K., Thaíse T. e demais que tive a oportunidade de conhecer.

Às minhas amigas lindas, Dani Gomes, Cláudia, Suelen e Thairini, que além de colegas foram parceiras e tornaram tudo mais fácil. Muito obrigada pelo convívio diário, ficarão sempre em meu coração.

Aos funcionários do Viveiro Florestal: Seu Élio Campanhol e Gervásio Mario, por toda ajuda e ensinamentos que facilitaram o andamento dos trabalhos.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF), em especial aos professores, pelos ensinamentos e oportunidade de formação profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro.

À co-orientadora, Dra. Marlove Muniz, pelas colaborações no desenvolvimento deste estudo.

Às minhas queridas amigas, Engenheiras Florestais Karina e Karol, pela amizade e cumplicidade de sempre.

Às empresas Conservas Oderich e Beifiur pela doação dos materiais utilizados na pesquisa.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para essa importante conquista em minha vida.

Muito obrigada!

RESUMO

CAROÇO DE PÊSSEGO TRITURADO: ALTERNATIVA DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

AUTORA: Patrícia Mieth

ORIENTADORA: Dra. Maristela Machado Araujo

Com o aumento da demanda por mudas florestais, tanto para formação de povoamentos comerciais quanto para recuperação de áreas degradadas, houve uma consequente preocupação com a redução dos custos e necessidade de seguir padrões de sustentabilidade na produção de mudas. Para isso, materiais renováveis vêm sendo pesquisados e utilizados para formulação de substratos e o caroço de pêssigo possui potencial para ser utilizado com essa finalidade, o qual possui estrutura física rígida que não se decompõe com facilidade e, quando triturado, mantém partículas de diversas granulometrias. O presente estudo teve como objetivos: I – Avaliar as características do caroço de pêssigo triturado para uso como componente de substrato para plantas; II – Investigar a influência de substratos com diferentes proporções de caroço de pêssigo triturado no crescimento de mudas de *Eucalyptus dunnii* no viveiro e o desempenho em campo. Foram utilizadas diferentes proporções de mistura [100:0%, 80:20%; 60:40%; 40:60%; 20:80%; 0:100% (volume:volume)] de caroço de pêssigo triturado (C) com substrato comercial a base de composto orgânico (S), compondo o grupo 1 (CxS), e C com turfa marrom (T), denominado grupo 2 (CxT). Avaliaram-se as propriedades físicas, químicas e o teor de macronutrientes das misturas. No viveiro foram realizadas avaliações da altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação H/DC, massa seca aérea, massa seca radicular, massa seca total, índice de qualidade de Dickson, área foliar, comprimento e volume radicular, facilidade de retirada das mudas do tubete, agregação das raízes e eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II. No campo, avaliou-se a sobrevivência, o incremento no crescimento em altura e em diâmetro do coleto e variáveis fisiológicas durante 240 dias. De maneira geral, os resultados obtidos permitem inferir que o caroço de pêssigo triturado apresenta características físicas e químicas adequadas para uso como componente de substratos. Esse material aumenta a densidade úmida e seca, o espaço de aeração e pH, enquanto que reduz a porosidade total, a capacidade de retenção de água e a condutividade elétrica. Na produção de mudas de *E. dunnii*, esse material reduziu o crescimento das mesmas, mas pode ser utilizado como componente de substrato em todas as proporções de mistura com substrato comercial a base de composto orgânico sem interferir no seu desenvolvimento a campo, porém com proporções superiores a 20% a muda apresenta dificuldade de ser retirada do tubete e menor agregação, reduzindo o rendimento das operações no campo. Em mistura com turfa marrom, recomenda-se utilizar proporções entre 15% e 30% de caroço de pêssigo triturado permitindo melhor crescimento das mudas no viveiro e bom desempenho após o plantio.

Palavras-chave: Resíduo orgânico. *Prunus persica*. *Eucalyptus dunnii*. Mudas florestais.

ABSTRACT

PEACH LUMP TRITURATED: SUBSTRATE ALTERNATIVE OF SEEDLING PRODUCTION

AUTHOR: Patrícia Mieth

ADVISER: Dra. Maristela Machado Araujo

With the increase of the demand for forest seedlings, both training for business stands and recovery of degraded areas, there is a growing concern with the reduction of costs and the need to follow sustainability standards in the production of seedlings. For this reason, renewable materials have been studied and used for formulation of substrates, and the lump of peach has potential to be used with this purpose, which has the physical structure rigid that do not decomposes with ease and, when triturated, retains particles of various granulometries. The present study had as objectives: I - Evaluate the characteristics peach lump triturated for use as a component of the substrate for plants; II - to investigate the influence of substrates with different proportions of peach lump triturated seedling growth of *E. dunnii* seeds in the nursery and the performance in the field. Were used different proportions of mixture [100:0%, 80:20%; 60:40%; 40:60%; 20:80%; 0:100% (volume:volume)] from peach lump triturated (C) and commercial substrate (S), composing the group 1 (CxS), and C and peat brown (T), called the group 2 (CxT). It was evaluated the physical, chemical and the content of the macronutrients of mixtures. In the nursery evaluations were made of height (H), collar diameter (DC), H/DC, dry mass carrier, root dry mass, total dry mass, the quality index of Dickson, leaf area, root length and volume, ease of withdrawal of the seedlings in the polyethylene tube, aggregation of roots and photochemical efficiency of photosystem II maximum. In the field, it was evaluated the survival, the increment in the growth in height and diameter of the stem base diameters and physiological variables during 240 days. In general, the results obtained allow us to infer that the peach lump triturated presents physical and chemical characteristics suitable for use as a component of substrates, increasing the density wet and dry, the material consisting of aeration and pH, while the total porosity, water holding capacity and the electric conductivity had lower values for the substrates with or with a higher proportion of peach lump triturated. In the production of seedlings of *E. dunnii* seeds, this material reduced the growth of the same, but can be used as a component of substrate in all the proportions of the mixture with commercial substrate without interfering with their development in the field, but with proportions greater than 20% change has difficulty be removed from the cartridge and less aggregation, reducing the yield of the operations in the field. Mixed with brown peat, it is recommended to use proportions between 15% and 30% of crushed peach kernel allowing better growth of seedlings in the nursery and good performance after planting.

Keywords: Organic residue. *Prunus persica*. *Eucalyptus dunnii*. Forest seedlings.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Escala de valores adequados para as propriedades físicas e químicas de substratos usados para produção de mudas florestais.	18
Tabela 2 –	Resultados obtidos em experimentos que avaliaram a utilização de diferentes substratos e misturas no desenvolvimento de mudas de espécies florestais.	28
Tabela 3 –	Concentração de macronutrientes em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT).....	48
Tabela 4 –	Médias mensais de temperatura máxima (T° C Máx.), temperatura mínima (T° C Mín.), temperatura média (T° C Méd.), umidade relativa do ar (UR) e precipitação (pp) registradas na região de realização do experimento, durante o período de avaliação de crescimento de mudas no campo de <i>Eucalyptus dunnii</i>	58
Tabela 5 –	Atributos químicos e físicos do solo da área utilizada para o plantio de mudas de <i>Eucalyptus dunnii</i> , Santo Cristo (RS).	59
Tabela 6 –	Média de altura (H) e diâmetro do coleto (DC) de mudas de <i>E. dunnii</i> no momento do plantio, produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT).....	60
Tabela 7 –	Agregação das raízes ao substrato (AGR) e facilidade de retirada do tubete (FRT) de mudas de <i>E. dunnii</i> produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro	67

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Densidade úmida (DU) e seca (DS) de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT)..... 43
- Figura 2 – Porosidade total (PT) e espaço de aeração (EA) de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT) 44
- Figura 3 – Água facilmente disponível (AFD) de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT)..... 45
- Figura 4 – Capacidade de retenção de água a uma pressão de 10 cm de coluna de água (CRA10) e capacidade de retenção de água a uma pressão de 50 cm de coluna de água (CRA50) de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT)..... 45
- Figura 5 - Volume de sólidos, ar e água de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) (A) e, caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT) (B)..... 46
- Figura 6 – Condutividade elétrica (CE) e pH de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT)..... 47
- Figura 7 – Crescimento em altura (A) e diâmetro do coleto (B) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro..... 63
- Figura 8 – Massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR) e massa seca total (MST) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) (A) e, caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT) (B), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro..... 64
- Figura 9 – Volume radicular (A), comprimento radicular (B) e área foliar (C) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro..... 65
- Figura 10 – Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro..... 66
- Figura 11 – Rendimento quântico máximo do PSII (F_v/F_m) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro..... 68

Figura 12 – Incremento em altura e altura de mudas de <i>E. dunnii</i> , em função de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) (A) e dos tempos de avaliação (B), no plantio a campo	69
Figura 13 - Incremento em diâmetro do coleto e diâmetro do coleto de mudas de <i>E. dunnii</i> , em função de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) (A) e dos tempos de avaliação (B), no plantio a campo	69
Figura 14 - Incremento em altura e altura de mudas de <i>E. dunnii</i> , em função de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e turfa (CxT) (A) e dos tempos de avaliação (B), no plantio a campo	71
Figura 15 - Incremento em diâmetro do coleto e diâmetro do coleto de mudas de <i>E. dunnii</i> , em função de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e turfa (CxT) (A) e dos tempos de avaliação (B), no plantio a campo	72
Figura 16 - Rendimento quântico máximo do PSII (F_v/F_m) de mudas de <i>E. dunnii</i> produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) (A) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT) (B), 30 e 240 dias após o plantio (D.A.P.) a campo	73
Figura 17 – Índice de clorofila Falker de mudas de <i>E. dunnii</i> produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT), 30 e 240 dias após o plantio (D.A.P.) a campo	73

LISTA DE APÊNDICES

- APÊNDICE A** – Preparo e preenchimento dos anéis (1), saturação dos anéis por 24 horas (2) e transferência dos anéis para a mesa de tensão (3) para determinação da porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água tamponante (AT) pelo método da mesa de tensão.....89
- APÊNDICE B** – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para densidade úmida (DU), densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), capacidade de retenção de água a uma pressão de 10 cm de coluna de água (CRA10), capacidade de retenção de água a uma pressão de 50 cm de coluna de água (CRA50) de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT) 89
- APÊNDICE C** - Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para pH e condutividade elétrica (CE) de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT)890
- APÊNDICE D** – Área do plantio de mudas de *Eucalyptus dunnii*, Santo Cristo (RS)..... 90
- APÊNDICE E** – Preparo do solo e plantio de *Eucalyptus dunnii*. 1 – Haste subsoladora utilizada nas linhas de plantio; 2 – Aspecto geral das linhas de plantio; 3 – Plantadeira utilizada para o plantio das mudas; 4 – Irrigação das mudas no momento do plantio 91
- APÊNDICE F** – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para os parâmetros morfológicos altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação H/DC, massa seca aérea (MAS), massa seca radicular (MSR) e massa seca total (MST) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro92
- APÊNDICE G** - Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para os parâmetros volume radicular (VR), comprimento radicular (CR), área foliar (AF), relação entre massa seca aérea e massa seca radicular (MAS/MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD), facilidade da retirada do tubete (FRT), agregação das raízes (AGR) e eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro..... 92
- APÊNDICE H** – Aspecto geral da altura das mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado (C) e substrato comercial a base de composto orgânico(S) (1) e, caroço de pêssego triturado e turfa (T) (2), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro..... 93
- APÊNDICE I** - Aspecto geral da agregação das raízes correspondentes às notas de 0 a 10 atribuídas para as mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e

	substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro.....	94
APÊNDICE J -	Rompimento das raízes de mudas de <i>E. dunnii</i> produzidas em substrato com 100% de caroço de pêssego triturado ao avaliar a facilidade de retirada das mudas do tubete (FRT), com atribuição de nota 0.....	94
APÊNDICE K -	Propriedades físicas, químicas macronutrientes dos substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT).....	95
APÊNDICE L -	Correlações entre as variáveis: altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR), comprimento radicular (CR), área foliar (AF), facilidade de retirada das mudas do tubete (FRT), agregação das raízes ao substrato (AGR), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA) água facilmente disponível, pH e condutividade elétrica (CE) aos 110 dias de mudas de <i>Eucalyptus dunnii</i> produzidas em substratos com diferentes proporções de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS).....	96
APÊNDICE M -	Correlações entre as variáveis: altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR), comprimento radicular (CR), área foliar (AF), facilidade de retirada das mudas do tubete (FRT), agregação das raízes ao substrato (AGR), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA) água facilmente disponível, pH e condutividade elétrica (CE) aos 110 dias de mudas de <i>Eucalyptus dunnii</i> produzidas em substratos com diferentes proporções de caroço de pêssego triturado e turfa marrom (CxT).....	97
APÊNDICE N -	Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para os incrementos em altura (Inc. H) e em diâmetro do coleto (Inc. DC) de mudas de <i>E. dunnii</i> produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT), no plantio a campo.....	99
APÊNDICE O -	Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para os parâmetros fisiológicos fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m) e eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) aos 60 e 240 dias após o plantio a campo, e índice de clorofila Falker (ICF) de mudas de <i>E. dunnii</i> produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT).....	99
APÊNDICE P -	Aspectos gerais de mudas de <i>E. dunnii</i> produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT), após 60, 120, 180, 240 e 380 dias após o plantio (D.A.P).....	100

LISTA DE ABREVIATURAS

A	Areia
AD	Água disponível
AF	Área foliar
AFD	Água facilmente disponível
AGR	Agregação das raízes ao substrato
Al	Alumínio trocável
AR50	Água remanescente a uma coluna de água de 50 cm
AT	Água tamponante
BCD	Bagaço de cana de açúcar decomposto
C	Caroço de pêssego triturado
CAC	Casca de arroz carbonizada
Ca	Cálcio
CA <i>in natura</i>	Casca de arroz <i>in natura</i>
CE	Condutividade elétrica
CR	Comprimento radicular
CRA10	Capacidade de retenção de água a uma coluna de 10 cm de água
CRA50	Capacidade de retenção de água a uma coluna de 50 cm de água
Da	Densidade aparente
D.A.P.	Dias após o plantio
DC	Diâmetro do coleto
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
DMET	Dose de máxima eficiência técnica
DS	Densidade seca
DU	Densidade úmida
EA	Espaço de aeração
F ₀	Fluorescência inicial
F _m	Fluorescência máxima
FRT	Facilidade de retirada da muda do tubete
F _v	Fluorescência variável
F _v /F _m	Rendimento quântico máximo do fotossistema II
FC	Fibra de coco
H	Altura
Hm	Húmus
H/DC	Relação entre a altura parte aérea e o diâmetro do coleto
H+Al	Acidez potencial
ICF	Índice de clorofila Falker
IQD	Índice de qualidade de Dickson
K	Potássio
LE	Lodo de esgoto
Mg	Magnésio
MSA	Massa seca aérea
MSA/MSR	Relação entre a massa seca aérea e a massa seca radicular
MO	Matéria orgânica
MSR	Massa seca radícula
MST	Massa seca total
N	Nitrogênio
P	Fósforo

PB	Pó de rocha basáltica
PC	Ponto crítico
PC <i>in natura</i>	Palha de café <i>in natura</i>
PF	Pó de fumo
pH	Potencial hidrogeniônico
PSII	Fotossistema II
PS	Peso seco
PT	Porosidade total
PU	Peso úmido
QA	Quinona A
S	Substrato orgânico
SC	Substrato comercial
SP	Substrato padrão
T	Turfa
V	Saturação por bases
V:V	volume:volume
VM	Vermiculita
VR	Volume radicular

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	SUBSTRATOS.....	18
2.1.1	Propriedades físicas.....	19
2.1.2	Propriedades químicas	23
2.1.3	Materiais utilizados como substrato	24
2.2	CAROÇO DE PÊSSEGO TRITURADO.....	31
2.3	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS MUDAS.....	32
2.4	PLANTIO DE MUDAS A CAMPO	34
2.5	<i>Eucalyptus dunnii</i> MAIDEN	35
	CAPÍTULO I	37
	PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DE SUBSTRATOS COMPOSTOS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE RESÍDUO ORGÂNICO.....	37
3	INTRODUÇÃO	38
4	MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	42
5	RESULTADOS	43
6	DISCUSSÃO	49
7	CONCLUSÕES.....	53
	CAPÍTULO II.....	54
	INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE CAROÇO DE PÊSSEGO TRITURADO NA QUALIDADE DAS MUDAS DE <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden EM VIVEIRO E NO CAMPO	54
8	INTRODUÇÃO	55
9	MATERIAL E MÉTODOS	56
9.1	PRODUÇÃO DE MUDAS	56
9.2	CRESCIMENTO INICIAL A CAMPO	58
9.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	61
10	RESULTADOS	62
10.1	PRODUÇÃO DE MUDAS	62
10.2	CRESCIMENTO INICIAL A CAMPO	68
11	DISCUSSÃO	74
12	CONCLUSÕES.....	79
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
	APÊNDICES	89

1 INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, a demanda por mudas de espécies florestais voltadas à recuperação de áreas degradadas e para fins comerciais tem aumentado. Isso mostra a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que aperfeiçoem a produção de mudas, a baixo custo, com qualidade morfofisiológica capaz de suprir as necessidades dos plantios e que atendam às exigências ambientais de sustentabilidade.

Dessa forma, testar novas fontes de matéria prima para composição de substratos para produção de mudas é de suma importância para redução de custos de produção e aproveitamento de resíduos do processo industrial e agrícola. Embora alguns resíduos agrícolas sejam reconhecidamente utilizados como substrato, este setor compete com a produção de energia pela queima de biomassa entre outros, fato observado, por exemplo, com a casca de arroz e a casca de pinus.

Outros resíduos possuem potencial de uso como substrato, mas a pesquisa é insuficiente ou inexistente, como é o caso do caroço de pêssgo. No entanto, é necessário testar os novos meios de cultivo à base de composto orgânico, quanto às suas propriedades físicas e químicas, antes da utilização na produção (HEISKANEN, 2013), pelo fato do substrato ser essencial no processo germinativo e influenciar diretamente o desenvolvimento das plantas (WAGNER JÚNIOR et al., 2006).

Para se avaliar a qualidade das mudas utilizam-se parâmetros morfológicos como a altura da parte aérea, diâmetro do coleto, relação altura/diâmetro do coleto, massa seca aérea, massa seca radicular, índice de qualidade de Dickson, entre outros, e parâmetros fisiológicos como o teor clorofila e fluorescência (GOMES; PAIVA, 2011). Porém, nem sempre os resultados obtidos no viveiro representam o melhor crescimento no campo, por isso estudos que avaliam o desenvolvimento das plantas após o plantio permitem uma conclusão mais confiável do que aqueles com pesquisas restritas à fase de viveiro.

Nesse sentido, o objetivo do estudo foi analisar as propriedades físicas e químicas do caroço de pêssgo triturado como componente de substrato e sua influência no crescimento de plantas de *Eucalyptus dunnii* Maiden no viveiro e a campo. O trabalho foi dividido em dois capítulos, os quais estão organizados de acordo com os objetivos a seguir:

- ✓ Capítulo I – Avaliar as características do caroço de pêssgo triturado como componente de substrato para plantas;
- ✓ Capítulo II – Investigar a viabilidade do uso de caroço de pêssgo triturado para produção de mudas de *E. dunnii* no viveiro e no campo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SUBSTRATOS

A produção de mudas representa uma das fases mais importantes do estabelecimento de povoamentos florestais, com influência direta na produtividade e qualidade do produto final (GONÇALVES; POGGIANI, 1996). Nesse sentido, muitos esforços têm sido realizados para melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção (KRATZ et al., 2013), dentre esses destaca-se o substrato, que está associado diretamente à qualidade das mudas por fornecer o equilíbrio necessário para a produção das mesmas (REGAN, 2014).

Substrato para plantas pode ser definido como o meio adequado para a sustentação das mudas e retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos, condutividade elétrica adequada e ser isento de sementes de plantas invasoras, pragas e fungos patogênicos (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004). Além disso, por ser utilizado para o cultivo de plantas em recipientes, o substrato deve oferecer condições favoráveis para a mesma completar seu ciclo de desenvolvimento no viveiro (KÄMPF, 2005), por isso a utilização de meios de cultivo continuam a evoluir à medida que novos materiais ou diferentes componentes são pesquisados (REGAN, 2014).

O substrato é composto por uma fase sólida, formada por partículas minerais e/ou orgânicas; uma fase líquida constituída pela água, onde são encontrados os nutrientes; e uma fase gasosa, representada pelo espaço de aeração após saturação e drenagem (WENDLING; GATTO, 2002). Assim, essas características interferem diretamente na qualidade do mesmo, a qual está associada, também, a outros fatores como: uniformidade dos componentes, baixo custo e fácil disponibilidade (DAVIDE; SILVA, 2008; GOMES; PAIVA, 2011).

Para compor um substrato é sempre preferível usar os componentes em forma de mistura, visto que não há um material que forneça todas as propriedades físicas e químicas ideais para cada espécie e, geralmente, não apresentam características adequadas quando usados isoladamente (WENDLING; DUTRA, 2010). Por isso, a análise das propriedades do substrato e da proporção de seus componentes é importante, pois influenciam diretamente a produção de mudas (KRATZ et al., 2013; KRATZ et al., 2015).

Gonçalves e Poggiani (1996) relataram que os substratos adequados para a produção de mudas florestais via sementes e estacas podem ser obtidos a partir da mistura de 70 a 80% de um componente orgânico com 20 a 30% de um componente usado para elevar a

macroporosidade (casca de arroz carbonizada, cinza de caldeira de biomassa, bagaço de cana carbonizado, entre outros). A importância de um componente alternativo está diretamente relacionada à sua capacidade de ser utilizado em mais de um tipo de recipiente e também a forma como ele é tratado dentro do sistema de produção do viveiro, como seu manuseio e forma de preenchimento dos recipientes, fracionamento das partículas, forma de mistura dos componentes, entre outros (REGAN, 2014).

Na Tabela 1 é possível observar valores adequados para algumas características físicas e químicas de substratos para o crescimento de mudas de espécies florestais.

Tabela 1 – Escala de valores adequados para as propriedades físicas e químicas de substratos usados para produção de mudas florestais

DS g L ⁻¹	PT %	EA %	CRA %	pH	CE dS m ⁻¹	Referência
450 – 550	75 – 85	35 – 45	20 – 30	5,5 – 6,5	-	Gonçalves e Poggiani (1996)
400 – 1.000	85	20 – 30	20 – 30	-	-	De Boodt e Verdonck (1972)
-	-	30 – 40	40 – 50	-	-	Penningsfeld (1983)
-	-	-	-	5,0 – 6,5	-	Martínez (2002)
-	-	10 – 30	45 – 65	5,5 – 6,3	< 0,75	Regan (2014)

Sendo: DS – densidade seca; PT – porosidade total; EA – espaço de aeração; CRA – capacidade de retenção de água, pH – potencial hidrogeniônico e CE – condutividade elétrica.

2.1.1 Propriedades físicas

2.1.1.1 Densidade

A densidade de volume, também conhecida como densidade volumétrica, é a relação entre a massa e o volume do substrato, expressa em quilograma por metro cúbico (kg m⁻³), que equivale à grama por litro (g L⁻¹) (KÄMPF, 2005). Essa propriedade é importante para o cálculo de outros valores analíticos relacionados ao volume, como porosidade total, espaço de aeração e disponibilidade de água (FERMINO, 2014).

Quanto mais alta a densidade, mais difícil o cultivo em recipientes, devido às limitações para o crescimento das plantas e dificuldade no transporte dos vasos ou bandejas (KÄMPF, 2005). Por outro lado, substratos muito leves são indesejáveis quando a máxima estabilidade no recipiente é requerida (BUNT, 1984).

A densidade varia de acordo com a umidade do substrato, sendo que quanto mais úmido o substrato, mais pesado fica e menos volume ocupa por causa da acomodação das partículas. Assim, a densidade úmida se refere ao material com nível de umidade igual à comercializada ou como no momento do uso. Densidade seca ou densidade aparente diz respeito ao material seco, em estufa, a uma temperatura recomendada de 50 °C a 60 °C para substratos orgânicos (BURÉS, 1997) ou 70 °C até peso constante.

Na comercialização de um substrato algumas características devem ser informadas no rótulo dos produtos, e a densidade é uma delas (FERMINO; KÄMPF, 2012). Entretanto, ela pode variar de acordo com o agente que executa o preenchimento dos recipientes, sendo denominada densidade de trabalho (FERMINO, 2002), a qual possui pouco efeito sobre a porosidade total, moderado sobre a capacidade de recipiente e um grande efeito sobre a água facilmente disponível (FONTENO, 1993).

Bunt (1974) propôs valores de densidade seca entre 400 e 500 g L⁻¹, os quais ainda hoje são considerados como referência. No entanto, levando em conta a diversidade de recipientes disponíveis atualmente, Kämpf (2005) recomenda utilizar substratos com densidade seca de 100 a 300 g L⁻¹ para bandejas multicelulares, de 200 a 400 g L⁻¹ para vasos de até 15 cm de altura, de 300 a 500 g L⁻¹ para vasos de 20 a 30 cm de altura, e de 500 a 800 g L⁻¹ para vasos maiores de 30 cm de altura.

2.1.1.2 Porosidade

A porosidade de um substrato são os espaços ocupados por água, ar e raízes e sua quantidade é determinada pelo arranjo das partículas sólidas (CARNEIRO, 1995), as quais se organizam de forma aleatória por possuírem características diversas (BURÉS, 1997). Dessa forma, a porosidade é de fundamental importância para o crescimento das plantas, devendo o substrato possuir adequada relação de água e ar, a fim de permitir trocas gasosas eficientes, rápida remoção de gás carbônico, evitando falta de oxigênio para a respiração das raízes e para a atividade dos microrganismos no meio além de disponibilizar água suficiente para as plantas (KÄMPF, 2005).

Os poros podem ser classificados em macroporos e microporos, assim, quando o substrato encontra-se drenado após saturação hídrica, os macroporos estão preenchidos por ar e o seu volume é definido como espaço de aeração, enquanto que os microporos estão preenchidos por água e este volume representa a capacidade de retenção hídrica de um substrato (KÄMPF, 2005).

Por consequência, o tamanho dos elementos tem influência determinante sobre o volume de água e ar do substrato. Altas proporções de partículas maiores tornam o meio com alto espaço de aeração, enquanto as menores fecham os poros, aumentando a capacidade de retenção de água e reduzindo o espaço de aeração (FERMINO, 2003).

A combinação de partículas de tamanhos diferentes pode levar a uma redução da porosidade em comparação ao conjunto formado só com elementos de mesmo tamanho. Isto se explica pela acomodação das partículas menores entre os espaços livres formados pelo arranjo das maiores (FERMINO, 2002), fazendo com que a porosidade sofra modificações ao longo do cultivo, não sendo uma característica estável (FERMINO, 2014).

De Boodt e Verdonck (1972) consideram que o substrato ideal deve ter 85% de seu volume em poros. Esse volume, também chamado de porosidade total, é quantificado em laboratório pela medida de água retida na saturação (0 hPa).

2.1.1.3 Espaço de aeração e capacidade de recipiente

Espaço de aeração é definido como o volume de ar presente no substrato drenado, após sua saturação, em situação equivalente à sucção de uma coluna de água de 10 cm de altura (10 hPa) em condições de laboratório (DE BOODT; VERDONCK, 1972). Os mesmos autores sugerem valores de porosidade entre 20 e 30% do volume de substrato, porém Penningsfeld (1983) propõe que um substrato deva ter entre 30 e 40% de ar em condições de capacidade de recipiente.

A capacidade de recipiente é o máximo volume de água retido pelo substrato, após drenagem natural (KÄMPF, 2005). É o valor complementar à determinação do espaço de aeração, mensurado em condições equivalentes à sucção de uma coluna de água de 10 cm de altura (10 hPa) (FERMINO, 2014).

Dessa forma, as duas variáveis citadas são determinadas da mesma maneira. No entanto, a diferença entre elas é que o espaço de aeração indica o volume de ar retido no substrato e a capacidade de recipiente se refere ao volume de água retido em mesma condição.

2.1.1.4 Capacidade de retenção de água

Nem toda a água retida em um substrato está disponível para a planta, por isso é determinada a capacidade de liberação da mesma em cada material, sendo as amostras submetidas a crescentes tensões, provocando a drenagem (KÄMPF, 2005). O volume de água

retido no substrato na tensão 0 hPa (totalmente saturado) define a porosidade total (PT) do substrato, e a tensão 10 hPa determina o volume de ar presente no substrato após cessar a livre drenagem. Assim, a diferença entre a PT do substrato e o volume de água retido a 10 hPa corresponde ao espaço de aeração (EA) do substrato (DE BOODT; VERDONCK, 1972).

O volume de água retido no substrato na faixa de tensão entre 10 e 100 hPa representa a água disponível (AD) às plantas. Entretanto, dentro dessa faixa de tensão encontram-se diferentes forças de retenção de água. Assim, após observar que tensões acima de 50 hPa interferem desfavoravelmente no crescimento das plantas, definiu-se que o volume de água liberado entre 10 hPa e 50 hPa de tensão é a água facilmente disponível (AFD), o volume de água liberado entre 50 hPa e 100 hPa de tensão é a água tamponante (AT) e a água remanescente corresponde ao volume de água que permanece no substrato depois de aplicada a tensão de 100 hPa (DE BOODT; VERDONCK, 1972).

A determinação da curva de disponibilidade de água de um meio informa o volume de água disponível às plantas dentro de cada faixa de tensão de uma determinada amostra (SPIER et al., 2008), sendo que a água disponível a baixas tensões (10 hPa a 50 hPa) representa menor gasto de energia pela planta para aproveitá-la (FERMINO, 2014).

Dessa forma, substratos com menor capacidade de retenção de água exigem maior lâmina de água em cada irrigação, ou que seja aumentada a frequência da mesma (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2006). Por outro lado, substratos com maior microporosidade requerem maior rigor de controle de irrigação, com o intuito de evitar seu encharcamento (GONÇALVES et al., 2005).

Após a irrigação, à medida que o substrato seca, o espaço ocupado pelo ar (macroporos) aumenta, enquanto diminui o espaço ocupado pela água facilmente disponível. A água liberada em maiores tensões (entre 50 hPa e 100 hPa e maior que 100 hPa), embora possa ser utilizada pelas plantas, em caso de estresse hídrico, exige um grande gasto de energia (FERMINO, 2002). Por esses motivos a determinação da capacidade de retenção de água se torna importante, pois seu manejo varia conforme a espécie cultivada e interfere diretamente na irrigação.

2.1.2 Propriedades químicas

2.1.2.1 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) refere-se à reação de alcalinidade ou acidez do meio de cultivo, em uma escala de 1 a 14. A importância do seu conhecimento está relacionada com a influência na disponibilidade de nutrientes bem como nas propriedades fisiológicas das plantas (KÄMPF, 2005).

Valores inadequados de pH podem afetar a disponibilidade de nutrientes e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas, principalmente sob acidez excessiva. Plantas cultivadas em meios mais ácidos ou alcalinos têm quantidades menores de nutrientes à sua disposição, além de ficarem sujeitas à maior absorção de elementos tóxicos como alumínio e manganês. No entanto, as espécies apresentam diferenças genéticas que lhes conferem variados graus de sensibilidade para o mesmo valor de pH (FERMINO, 2014).

Os valores de pH variam conforme a origem do material utilizado para a formulação do substrato, assim como a maneira de preparo dos mesmos. Os materiais com altas concentrações de carbonato de cálcio devem ser evitados por elevar excessivamente o pH da solução (MARTÍNEZ, 2002). Em substratos com pH abaixo de 5,0 pode ocorrer a deficiência de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e boro, enquanto que pH acima de 6,5 pode ocasionar deficiência de fósforo, ferro, manganês, zinco e cobre (VALERI; CORRADINI, 2000; MEURER, 2007).

Tendo em vista as necessidades nutricionais das plantas faz-se necessário a correção do pH por meio de calagem ou de condicionadores específicos (KÄMPF, 2005). Segundo Gonçalves e Poggiani (1996), para as espécies florestais, o intervalo adequado de pH está entre 5,5 e 6,5 e para Martínez (2002), a faixa considerada ótima é de 5,0 a 6,5. Trabalhos associando meio de cultivo e absorção de nutrientes pelas plantas como Taiz e Zieger (2004) descrevem que o crescimento radicular é normalmente favorecido em solos levemente ácidos, com valores de pH entre 5,5 e 6,5.

2.1.2.2 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica (CE) fornece uma estimativa do conteúdo de sais solúveis de um meio de crescimento, em função de que íons dissolvidos na água conduzem corrente elétrica em proporção direta de sua concentração (FERMINO, 2014). Esse teor de

constituintes inorgânicos presentes no substrato (íons, nutrientes e não nutrientes) refere-se à salinidade do meio (KÄMPF, 2005). O aparelho utilizado para fazer a leitura da CE é denominado condutímetro ou condutivímetro e é expressa em microsiemens por centímetro ($\mu\text{S cm}^{-1}$) ou milisiemens por centímetro (mS cm^{-1}), sendo transformada para dicisiemens por metro (dS m^{-1}).

Os valores adequados da condutividade elétrica do substrato variam entre as espécies, cultivares e clones, bem como a idade da planta, que quanto mais jovem maior a sensibilidade à salinidade (KÄMPF, 2005). Martínez (2002), considera a condutividade elétrica acima de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ (a $25 \text{ }^\circ\text{C}$) excessiva para a maior parte das plantas (MARTÍNEZ, 2002). Segundo Rodrigues (2002), altos valores de CE, representados por níveis elevados de salinidade, podem danificar as raízes, impedindo a absorção de água e nutrientes, prejudicando a atividade fisiológica e favorecendo a incidência e a severidade de alguns patógenos.

De acordo com Regan (2014), a condutividade elétrica do meio de cultivo deve ser inferior a $0,75 \text{ dS m}^{-1}$ (método PourThru). As plantas influenciadas negativamente pela salinidade crescem mais lentamente e, quando estiver acima, uma avaliação mais aprofundada é necessária para determinar a fonte dos sais solúveis e, se necessário, o substrato pode ser lixiviado para removê-los já que é possível que os íons que causam elevadas leituras de CE sejam tóxicos para as plantas.

2.1.3 Materiais utilizados como substrato

Alguns materiais utilizados para produção de substratos já estão consagrados pela indústria internacional, podendo ser naturais ou sintéticos, minerais ou orgânicos. Dentre os materiais naturais destacam-se as turfas, compostos orgânicos, solo mineral e areia; entre os sintéticos estão poliestireno expansível (isopor), lã-de-rocha, espuma fenólica e outros. Os materiais minerais mais utilizados são argila expandida, perlita e vermiculita, já os orgânicos são resíduos da agroindústria, como cascas de arroz, de amendoim, de acácia-negra, de pinus; fibra de coco, serragem e maravalha (KÄMPF, 2005).

Devido ao fato de um material isolado dificilmente apresentar todas as características desejáveis para um meio de cultivo, os substratos em geral representam a mistura de dois ou mais componentes. Nesse sentido, deve-se priorizar o uso de substratos constituídos de resíduos industriais ou urbanos, pois os componentes utilizados atualmente podem ter práticas de extração não consideradas ambientalmente saudáveis (REGAN, 2014), como a turfa.

Por definição, a turfa é um solo orgânico formado em condições especiais de umidade, à base de materiais vegetais semidecompostos, possuindo cerca de 70% de matéria orgânica. É usada pura ou em misturas para melhorar as características físicas (densidade, porosidade e retenção de água) e químicas (CTC e salinidade) dos substratos. Conforme o grau de degradação pode ser mais fibrosa e, por isso, oferecer boa aeração (mais nova, chamada vermelha ou branca), ou mais humificada, com alta capacidade de retenção de água (mais antiga, chamada preta) (KÄMPF, 2005).

De forma geral, a turfa de *sphagnum* tem sido o tipo de turfa e o meio de cultivo mais comumente utilizado em viveiros florestais no mundo, tanto isoladamente quanto como componente de misturas (HEISKANEN, 2013). Esse material é obtido por atividade extrativista (Canadá, Finlândia, Alemanha), e seu uso continuado tenderá a esgotá-lo na natureza (KÄMPF, 2005).

Além disso, devido ao aumento do custo e redução da disponibilidade de turfa de *sphagnum* importada em muitos países, inúmeros substitutos orgânicos têm sido procurados e estudados em todo o mundo (LANDIS; MORGAN, 2009). Para isso, os mesmos precisam apresentar propriedades físicas e químicas semelhantes à turfa, como foi testado para a fibra de coco (NOGUERA et al., 2000), pó de coco maduro (ROSA et al., 2002) e casca de pinus (ZORZETO, 2011).

O cultivo de plantas em substratos alternativos tem sido cada vez mais empregado no Brasil (OLIVEIRA; HERNANDEZ; ASSIS JÚNIOR, 2008). Alguns estudos, que avaliaram a utilização de diferentes substratos e misturas no crescimento de mudas de espécies florestais arbóreas, são referenciados na Tabela 2.

Para a produção de mudas da espécie *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (angico-do-mato) Uliana et al. (2014) utilizaram substratos a base de bagaço de cana-de-açúcar decomposto (BCD) com adição de húmus (Hm), vermiculita (VM) e areia (A), e um substrato comercial (Tabela 2). Os resultados indicaram maior desenvolvimento das mudas de angico-do-mato, após 140 dias da emergência, com o substrato bagaço de cana decomposto misturado com húmus na proporção 7:3 (v/v).

Ao avaliar o desenvolvimento de mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (canjerana), produzidas em diferentes proporções de mistura de turfa (T) e casca de arroz carbonizada (CAC), no viveiro e a campo, Gasparin et al. (2014) verificaram que apesar de no viveiro as mudas produzidas nos substratos 100% turfa e, 60% turfa + 40% casca de arroz carbonizada (CAC) terem proporcionado melhores respostas, o uso do último não prejudicou

o crescimento inicial das mudas no campo (360 dias), o que representa uma possível economia na produção em viveiro (Tabela 2).

Fenilli; Schorn; Nasato (2010) avaliaram o crescimento de mudas de *Citharexylum myrianthum* (tucaneira) utilizando, na formulação do substrato, proporções de 10% a 40% de resíduo de pó de fumo misturado com substrato padrão, composto de 50% de terra de subsolo, 30% de casca de arroz, 10% de composto de aves e 10% de composto bovino. Os autores verificaram que as proporções de 10% e 20% de pó de fumo no preparo do substrato não diferiram do substrato padrão e foram as melhores na maioria dos parâmetros analisados, e os tratamentos com 30% e 40% de pó de fumo foram os menos viáveis, prejudicando o crescimento das mudas.

Para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, Caldeira et al. (2013) testaram a utilização de substratos em diferentes proporções de mistura de lodo de esgoto (LE) e vermiculita (VM), além de um substrato comercial (SC) composto por 60% de casca de pinus, 15% de vermiculita e 25% de húmus. Os autores verificaram que o aumento na porcentagem de LE promoveu o aumento da densidade aparente, aumentando a microporosidade e, conseqüentemente, a água disponível. No entanto, a utilização de proporções menores de LE e maiores de VM alteraram, positivamente, as características morfológicas das mudas de *Eucalyptus grandis*, sendo o melhor substrato o que apresentou 20% LE + 80% VM (Tabela 2).

Outro estudo realizado com *Eucalyptus grandis*, testou a utilização de lodo de esgoto (LE), fibra de coco (FC) e palha de café *in natura* (PC *in natura*) em diferentes proporções de mistura para compor substratos, além de um substrato comercial (SC) (Tabela 2). As maiores proporções de LE causaram o aumento da densidade e, à medida que aumentou a proporção de FC nos substratos, ocorreu redução da densidade aparente e da porosidade total e, com maiores proporções de PC *in natura*, houve redução da densidade aparente e da água disponível. Apesar dos substratos testados não apresentarem valores considerados ideais em todos os atributos estudados, as mudas produzidas com 80% LE + 20% PC *in natura* apresentaram maior crescimento em altura, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca radicular e massa seca total (CALDEIRA et al., 2014).

O uso do pó de rocha basáltica (PB), resíduo da mineração, foi testado como componente de substrato, adicionado em diferentes proporções à vermiculita (VM) e turfa (T), no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* (Tabela 2). Esse material, em proporção de 10 a 20% em misturas de VM e T, é um componente com potencial favorável para aproveitamento na produção de mudas dessa espécie, considerando que contribui para o

incremento em altura e diâmetro do coleto, apesar de não serem apresentadas as características físicas e químicas dos substratos no trabalho (EHLERS; DE ARRUDA, 2014).

Resíduos de açaí foram testados na produção de mudas de *Physocalymma scaberrimum* Pohl (itaúba-capoeira), nas porcentagens de 0, 25, 50, 75 e 100% misturado à terra de mata (TM) (Tabela 2). O substrato constituído por 100% do resíduo de açaí proporcionou maior crescimento em altura (32,9 cm), diâmetro do coleto (2,98 mm), massa seca total (2,003 g planta⁻¹) e maior índice de qualidade de Dickson (0,11) das mudas, após 90 dias do transplântio (MARANHO; PAIVA; 2012).

Delarmelina et al. (2014), avaliaram a utilização de diferentes substratos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (sesbânia). Os tratamentos testados foram diferentes proporções (4:1; 3:2; 2:3; 1:4) (v:v) de lodo de esgoto (LE) + fibra de coco (FC), LE + vermiculita (VM) e LE + casca de arroz *in natura* (CA *in natura*), além de 100% de LE e substrato comercial (SC) constituído com 60% de composto de casca de pinus, 15% de vermiculita e 25% de húmus mais terra vegetal. A utilização de 60% do LE (componente orgânico) juntamente com 40% de VM foi responsável por aumentar a macroporosidade e proporcionou melhor crescimento em altura (23,6 cm) e diâmetro do coleto (4,59 mm), além disso, aumentou a produção de massa seca total (3,313 g planta⁻¹) das mudas após 150 dias da semeadura (Tabela 2).

Além dos materiais citados, há outros com potencial de uso para a produção de mudas florestais, como é o caso da casca de pinus, casca de eucalipto, e também a casca de vime que foi testada para o cultivo de plantas ornamentais (OLIVEIRA; GEISEL, MARX, 2005; KANASHIRO et al., 2008); resíduos de couro *wet-blue*, avaliado na produção de *Tagetes patula* L, e do processamento de polpa de frutas (DAUDT; GRUSZYNSKI; KÄMPF, 2007; FARIAS et al., 2012); mistura de serragem e areia, testada para o crescimento de mudas de cacauero (SODRÉ; CORÁ; SOUZA JÚNIOR; 2007); composto exaurido de cogumelos (*Flammulina velutipes*), testado para produção de mudas de tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv. Mandy) e pepino (*Cucumis sativus* L. cv. Jinchun N. 2) (RUN-HUS; ZENG-QIANG; ZHI-GUO, 2012); fibras de palmeira-real-australiana, *in natura* ou hidrolisada, como substrato para hortaliças (FERMINO et al., 2014); cascas de tungue e de noz-peca como substrato para a horticultura (FERMINO; TREVISAN; BUSNELLO, 2015), entre outros.

A partir dessa revisão, observa-se que muitos materiais vêm sendo pesquisados para utilização como substratos, tanto para reutilizar resíduos como para reduzir custos. No entanto, apesar de muitos deles serem reconhecidamente indicados para esse uso, este setor compete com a produção de energia pela queima de biomassa entre outros, é o que acontece,

por exemplo, com a casca de arroz. Em outros casos, alguns resíduos possuem potencial de uso como substrato, mas a pesquisa é insuficiente ou inexistente, como é o caso do caroço de pêssego triturado.

Tabela 2 – Resultados obtidos em experimentos que avaliaram a utilização de diferentes substratos e misturas no desenvolvimento de mudas de espécies florestais.

(Continua...)

Espécie	Tratamentos	Recomendação	Propriedades Físicas					Propriedades Químicas		Fonte
			Da (g cm ⁻³)	PT (%)	EA (%)	AFD (%)	AT (%)	CE (mS cm ⁻¹)	pH	
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (angico-do-mato)	BCD + Hm (7:3)	BCD + H 7:3	0,58	69,4	61,8	38,7	34,8	-	-	Uliana et al. (2014)
	BCD + VM+ A (7:2:1)									
	BCD + VM (7:3)									
	SC (100%)									
<i>Cabralea canjerana</i> (canjerana)	T + CAC (1:0; 4:1; 3:2)	T +CAC 3:2	0,18	92,4	48,7	43,7	-	-	4,4	Gasparin et al. (2014)
<i>Citharexylum myrianthum</i>	PF + SP (0:1; 1:9; 1:4; 3:7; 2:3)	PF + SP 1:9 e 1:4	-	-	-	-	-	-	5,7 e 6,1	Fenilli; Schorn; Nasato (2010)
<i>Eucalyptus grandis</i>	LE (100%) LE + VM (4:1; 3:2; 2:3; 1:4)	LE + VM 1:4	0,05	81,0	19,0	11,0	5,0	-	4,4	Caldeira et al. (2013)
	SC (100%)									
<i>Eucalyptus grandis</i>	LE (100%) LE + FC (4:1; 3:2; 2:3; 1:4)	LE + PC <i>in natura</i> 4:1	0,18	75,0	24,0	18,0	2,0	0,91	4,4	Caldeira et al. (2014)
	LE + PC <i>in natura</i> (4:1; 3:2; 2:3; 1:4)									
	SC (100%)									
<i>Eucalyptus grandis</i>	PB + VM + T (0:1:9; 1:1:8; 2:1:7;	PB + VM + T 1:1:8	-	-	-	-	-	-	-	Ehlers; De Arruda (2014)
	3:1:6; 4:1:5)	PB + VM + T 2:1:7								

Tabela 2 – Resultados obtidos em experimentos que avaliaram a utilização de diferentes substratos e misturas no desenvolvimento de mudas de espécies florestais.

Espécie	Tratamentos	Recomendação	Propriedades Físicas					Propriedades Químicas		Fonte	(Conclusão)
			Da	PT	EA	AFD	AT	CE	pH		
			(g cm ⁻³)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mS cm ⁻¹)			
<i>Physocalymma scaberrimum</i> (itaúba-capoeira)	Açaí + TM (4:0; 3:1; 1:1; 1:3; 0:4)	100% Açaí	0,46	-	-	-	-	-	4,1	Maranho; Paiva (2012)	
<i>Sesbania virgata</i> (sesbânia)	LE + FC (4:1; 3:2; 2:3;1:4) LE + VM (4:1; 3:2; 2:3;1:4) LE + CA <i>in natura</i> (4:1; 3:2; 2:3;1:4) LE (100%) SC (100%)	LE + VM 3:2	0,19	81,0	22,0	17,0	6,0	0,89	4,1	Delarmelina et al. (2014)	

Sendo: Da – densidade aparente; PT – porosidade total; EA – espaço de aeração; AFD – água facilmente disponível; AT – água tamponante; CE – condutividade elétrica; pH – potencial hidrogeniônico; BCD – bagaço de cana decomposto; Hm – húmus; A – areia; VM – vermiculita; PF – pó de fumo; SP – substrato padrão; T – turfa; CAC – casca de arroz carbonizada; LE – lodo de esgoto; FC – fibra de coco; SC – substrato comercial; PC *in natura* – palha de café *in natura*; PB – pó de basalto; Açaí – resíduo de açaí; TM – terra de mata e CA *in natura* – casca de arroz *in natura*.

Fonte: A autora (2016).

2.2 CAROÇO DE PÊSSEGO TRITURADO

A produção e a área mundial com o cultivo de *Prunus persica* (pêssego) quase quadruplicaram nos últimos quarenta anos, embora tenha ocorrido, nesse mesmo período, redução na produtividade. O Brasil não está entre os principais países produtores mundiais dessa fruta, ocupando a décima terceira posição, com a produção de 232 mil toneladas de pêssegos e nectarinas por ano, ou seja, 1,1% da produção mundial (FAO, 2014). Considerando que 1 Kg de pêssego equivale a 7,7 frutos (IBGE, 2006), o Brasil gera 1.784.080.000 unidades de pêssego por ano e, conseqüentemente, de caroço.

Segundo dados do IBGE (2010), a área destinada à colheita de pêssego no Estado do Rio Grande do Sul é de 14.840 hectares (ha), totalizando uma quantidade produzida de 132.874 toneladas (t), ou seja, 1.021.801.060 unidades da fruta. Embora o consumo *percapita* de pêssegos no Brasil seja baixo, em torno de 0,25 Kg/hab/ano, comparado aos 5 Kg/hab/ano de países como Itália, Espanha, França e Inglaterra, houve aumento na demanda dessa fruta.

No Rio Grande do Sul, maior produtor nacional de pêssego (57%), é possível encontrar plantas da fruta em todas as regiões. Entretanto, a produção comercial está concentrada em três pólos. O primeiro localiza-se na chamada "Metade Sul" do Estado, que compreende 29 municípios e concentra mais de 90% da produção destinada ao processamento industrial. O segundo pólo, localizado na Grande Porto Alegre, é composto por nove municípios e produz, em média, 4.800 toneladas de pêssegos (36.912.000 unidades) para o consumo *in natura*. O terceiro está localizado na Encosta Superior do Nordeste, na região também conhecida como Serra Gaúcha, mais especificamente nos municípios de Caxias do Sul, Bento Gonçalves, Veranópolis, Farroupilha, Flores da Cunha, Nova Pádua, Antônio Prado, Ipê, Pinto Bandeira e Campestre da Serra (PROTAS; MADAIL, 2003).

Um dos resíduos do processamento industrial do pêssego é o caroço, constituído por uma amêndoa rica em matéria graxa, a qual é utilizada para extração do óleo como meio de gerar fontes alternativas de renda. O poder calorífero do caroço foi determinado por Diniz et al. (2004), possibilitando o uso desse material na geração de energia. Além disso, suas características químicas foram determinadas para avaliar o potencial de uso na produção de painéis aglomerados para fins decorativos (SCHMITZ et al., 2014). No entanto, outros usos para o caroço de pêssego podem ser testados, como a utilização do mesmo como substrato para a produção de mudas.

2.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS MUDAS

Pesquisas florestais têm sido realizadas para identificar características quantificáveis que poderiam ser utilizadas como indicadores de qualidade das mudas e, ainda, predizer o seu desempenho após o plantio (LANDIS; DUMROESE; HAASE, 2010). Para a determinação da qualidade das mudas são utilizados parâmetros morfológicos (aspectos fenotípicos) e fisiológicos (internos das mudas), os quais dependem da constituição genética, procedência das sementes, condições ambientais e técnicas de produção (GOMES; PAIVA, 2011).

Os parâmetros morfológicos mais utilizados para estimar o padrão de qualidade, pelo fato de serem avaliados visualmente e pela facilidade de medição, são a altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC), dos quais se obtém a relação H/DC (GOMES; PAIVA, 2011). A altura, assim como o diâmetro do coleto, fornece uma estimativa para o crescimento inicial e sobrevivência das mudas em campo, sendo que para uma muda de espécie exótica apta para o plantio, recomenda-se altura da parte aérea de 15 cm a 25 cm e diâmetro do coleto maior do que 2 mm (WENDLING; DUTRA, 2010).

A relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/DC) é também conhecida como quociente de robustez, e indica o equilíbrio no desenvolvimento da planta. Os limites para esse parâmetro são de 5,4 a 8,1, para o gênero *Pinus*, onde quanto menor for o seu valor, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem na área do plantio definitivo (CARNEIRO, 1995).

Outros parâmetros também podem ser utilizados, como a massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR) e massa seca total (MST), porém para a sua obtenção é necessário a avaliação destrutiva da muda. Além desses, também se utiliza o índice de qualidade de Dickson, a área foliar, o comprimento do sistema radicular e volume de raízes (GOMES; PAIVA, 2011).

A MSA e a área foliar são parâmetros relacionados à produtividade, porém, o último depende do número, tamanho e permanência na planta. Essas variáveis são de grande importância, pois as folhas constituem uma das principais fontes de fotoassimilados (açúcares, aminoácidos, hormônios, entre outros) e nutrientes necessários para o suprimento das necessidades da planta, principalmente, no primeiro mês de plantio, quando realocam as reservas da copa para a síntese de raízes (BELLOTE; SILVA, 2000; GONÇALVES et al., 2005).

A quantificação da biomassa radicular, comprimento e volume do sistema radicular estão diretamente ligados à sobrevivência e crescimento inicial em campo, devido a sua

função de absorção de água e nutrientes (NOVAES, 2001). Gomes e Paiva (2011), afirmam que a sobrevivência será maior quanto mais abundante for o sistema radicular, havendo uma correlação positiva entre a massa seca das raízes e a altura da parte aérea.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) é um indicador de qualidade das mudas, pois considera para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa, ponderando os parâmetros altura, diâmetro do coleto, massa seca aérea e radicular. Quanto maior o seu valor, melhor será o padrão de qualidade da muda (GOMES; PAIVA, 2011).

Variáveis para avaliação da qualidade do torrão também vêm sendo utilizadas, como a facilidade de retirada da muda do tubete e agregação das raízes ao substrato. A facilidade de retirada do tubete determina a rapidez de preparação das mudas para expedição e, quando é difícil, pode ocasionar a desintegração do torrão, comprometendo o processo de plantio e, conseqüentemente, o estabelecimento da muda. A agregação das raízes ao substrato é importante, pois evita a exposição das raízes ao ressecamento, o que dificulta a pega e a sobrevivência das mudas (WENDLING; GUASTALA; DEDECEK, 2007).

Ao correlacionar alguns parâmetros morfológicos com as características físicas e químicas de substratos utilizados na produção de mudas de *Eucalyptus dunni* Maiden, Kratz e Wendling (2013) verificaram que a altura, o diâmetro do coleto, a biomassa seca aérea e radicular, a facilidade de retirada do tubete e a agregação das raízes ao substrato se correlacionam positivamente com a densidade aparente e a CTC. Isso indica que os substratos que proporcionaram maior crescimento das mudas dessa espécie apresentaram maiores densidade e CTC.

Em relação aos parâmetros fisiológicos, a avaliação da eficiência fotoquímica da fotossíntese é uma técnica rápida, não destrutiva e sensível que é obtida por meio das diversas variáveis da fluorescência da clorofila *a*, a qual ocorre quando há a dissipação do excesso de energia nos centros de reação dos fotossistemas I e II (PSI e PSII) (KRAUSE; WEISS, 1991). O rendimento da fluorescência da clorofila revela o nível de excitação da energia no sistema de pigmentos, que dirige a fotossíntese e fornece subsídios para estimar a inibição ou o dano no processo de transferência de elétrons do PSII (BOLHAR-NORDENKAMPF et al., 1989).

As principais variáveis observadas nas medições da fluorescência da clorofila *a* são: fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e rendimento quântico máximo do PSII (F_v/F_m). A F_0 representa a fluorescência com todos os centros de reação "abertos" e refere-se à emissão de fluorescência pelas moléculas de clorofila *a* do complexo coletor de luz do PSII (KRAUSE; WEISS, 1991). A F_m indica a completa redução da quinona A (QA) a partir da incidência de um pulso de luz no centro de reação QA, gerando

fluorescência máxima. A diferença entre F_m e F_0 resulta na fluorescência variável (F_v). A F_v representa o fluxo de elétrons do centro de reação do PSII (P680) até a plastoquinona (PQH2). O rendimento quântico máximo é calculado como: $F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m$ (BOLHAR-NORDENKAMPF et al., 1989).

A relação entre a fluorescência variável com a fluorescência máxima (F_v/F_m) é uma medida da eficiência intrínseca ou máxima do PSII, ou seja, a eficiência quântica de todos os centros do PSII quando estão abertos. A relação F_v/F_m pode variar numa faixa de 0,75 a 0,85 em plantas em condições ambientais ótimas. A diminuição dessa relação é um indicador de efeito fotoinibitório quando as plantas estão submetidas a qualquer tipo de estresse e pode representar tanto uma regulação fotoprotetora reversível ou uma inativação irreversível do PSII (BJÖRKMAN; POWLES, 1984).

2.4 PLANTIO DE MUDAS A CAMPO

A qualidade das mudas produzidas no viveiro é um dos fatores que está diretamente relacionado com o êxito de um plantio. Além disso, um adequado preparo do solo, adubação e conhecimento silvicultural das espécies proporciona maior capacidade das mudas resistirem às condições adversas encontradas no campo, maior rapidez no crescimento, de modo a superar a matocompetição, e outros fatores abióticos e/ou bióticos (LELES et al., 2006).

Para o plantio recomenda-se utilizar mudas com altura e diâmetro do coleto adequado, além de uma ampla área foliar, pois as folhas constituem uma das principais fontes de fotoassimilados e nutrientes para a adaptação da muda no pós-plantio (GONÇALVES et al., 2005). Na fase inicial a campo, as mudas alocam grande quantidade de fotoassimilados e nutrientes existentes nas folhas para a síntese das raízes, por isso o sistema radicular deve ter grande quantidade de raízes finas, as quais são responsáveis pelo crescimento radicular e estabelecimento no campo.

Além dos parâmetros morfológicos, os fisiológicos possuem grande importância na avaliação dos efeitos de insumos utilizados sobre a qualidade da muda produzida e seu desenvolvimento no pós-plantio. Sendo que a adaptação das plantas aos diferentes ambientes decorre da sua capacidade de crescimento e da plasticidade do sistema fotossintético, o que possibilita maior ou menor utilização da luminosidade (AFONSO et al., 2012).

Os viveiros florestais podem atingir esse resultado por meio da utilização de materiais genéticos adaptados ao sítio de plantio e com adequadas técnicas silviculturais empregadas no cultivo (DAVIDE; FARIA, 2008). Sendo assim, planejar o início da produção se torna uma

ferramenta que possibilita fornecer mudas com características adequadas para o plantio (porte, estado nutricional e rusticidade) e executá-lo em época favorável ao bom crescimento das plantas no campo (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005).

Além disso, para garantir o sucesso do plantio e obter povoamentos com boa produtividade e qualidade, é necessário cumprir uma sequência de atividades, como: limpeza do terreno, que consiste em eliminar a vegetação competidora, existente antes do plantio; combate às formigas, considerado uma atividade essencial, visto que essa é a principal praga dos cultivos florestais; preparo do solo, o qual auxilia na descompactação do local e fornece melhores condições para o estabelecimento do cultivo; adubação, recomendada em função do tipo de solo e; controle da vegetação invasora, que pode ser feito manualmente (capina e roçada) ou quimicamente (herbicidas), reduzindo a competição por água, luz e nutrientes impostas pelas plantas invasoras (STURION; BELLOTE, 2000).

O monitoramento da sobrevivência e do crescimento das plantas durante os primeiros meses após o plantio é fundamental, pois problemas relacionados com a qualidade das mudas tendem a aparecer logo após o plantio, enquanto que outros como exposição a condições de seca podem levar mais tempo para surgir. Portanto, sugere-se que parcelas devam ser monitoradas durante o primeiro ou segundo mês após o plantio e novamente no final do primeiro ano quanto à sobrevivência. Verificações subsequentes, após 3 a 5 anos, fornecem um bom indicativo das taxas de crescimento das plantas e essa informação é utilizada para dar *feedback* valioso para o viveiro, que poderá ajustar as atividades de manejo para a próxima produção de mudas (LANDIS; DUMROESE; HAASE, 2010).

2.5 *Eucalyptus dunnii* MAIDEN

A espécie *Eucalyptus dunnii*, pertencente à família Myrtaceae, é originária da Austrália, sendo encontrada no nordeste de New South Wales e sul de Queensland, região de clima temperado e subtropical, respectivamente (LORENZI et al., 2003; BENSON; HAGER, 1993). No Brasil, as duas procedências da espécie possuem desempenho similar quanto as características silviculturais e potencial de produção de madeira, o que permite agrupá-las em uma única população para fins de melhoramento e produção de sementes (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006).

Na área de ocorrência natural da espécie, a temperatura média anual oscila de 14 °C a 18 °C, a temperatura máxima do mês mais quente de 24 °C a 29 °C, e a temperatura mínima do mês mais frio de -1 °C a 7 °C, sendo que a temperatura mínima absoluta varia de -5 °C a 10

°C. A precipitação média anual varia de 845 mm a 1.950 mm, com regime de chuvas no verão e um período de dois meses de estação seca (JOVANOCIC; ARNOLD; BOOTH, 2000).

O *E. dunnii* encontra-se entre as espécies de eucalipto economicamente mais importantes para as condições frias do Brasil, por apresentar boa aptidão, principalmente no que se refere à produção de madeira para fins energéticos e sólidos madeiráveis (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006). Devido a isso, é amplamente cultivada no sul do país por ser tolerante ao frio e apresentar rápido crescimento e rusticidade (LORENZI et al., 2003), sendo indicada para regiões com temperaturas mínimas absolutas de até -5 °C, suportando até 22 geadas anuais (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006).

É uma árvore perenifólia que atinge de 30 a 45 m de altura, possui tronco reto e cilíndrico. Esta espécie fornece madeira de boa qualidade e fibras para polpa celulósica (LORENZI et al., 2003), além de ser indicada para lenha, carvões, moirões e postes (HIGA, 1998). Ao testar as propriedades físicas e mecânicas da madeira de *E. dunnii* com 20 anos de idade, Calori e Kikuti (1997), a recomendam para fins estruturais, em que se exige resistência mecânica, como assoalhos, parquês, carrocerias, cabos de ferramentas, entre outros.

Ainda em relação às propriedades físicas, Rocha e Trugilho (2006), determinaram sua massa específica aparente que é de 0,80 g cm⁻³ a 12%, considerada elevada. Distingue-se também como ornamental pelo tronco e pela folhagem, adequada para arborização de parques (LORENZI et al., 2003).

Em suas áreas de origem, *E. dunnii* cresce bem em solos úmidos de alta fertilidade natural (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006). Benson e Hager (1993), ao estudarem povoamentos nativos de *E. dunnii*, confirmaram que a espécie de rápido crescimento ocupa solos férteis, com pH superficial entre 6,5 e 7,0 e é sensível ao fogo. Possui potencial de produção de mais de 50 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, crescendo anualmente, em média, três metros em altura e três centímetros em diâmetro do tronco (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006).

Devido ao baixo potencial invasivo, o *E. dunnii* produz poucas sementes, dificultando sua propagação aleatória (BILLARD; LALLANA, 2005), e por isso a espécie vem sendo pesquisada quanto a métodos de propagação assexuada. Batista et al. (2014) verificaram que a sobrevivência, enraizamento e aproveitamento final da produção de mudas de um clone de *E. dunnii* (D1005) não são influenciadas pela arquitetura foliar das miniestacas, mesmo sendo considerado um material recalcitrante, ou seja, mais sensível em sobreviver ao manejo adotado em sistemas de propagação vegetativa e menos responsivo ao enraizamento.

CAPÍTULO I

PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DE SUBSTRATOS COMPOSTOS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE RESÍDUO ORGÂNICO

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar as características do caroço de pêsego triturado como componente de substrato para plantas. Foram utilizadas diferentes proporções de mistura [100:0%, 80:20%; 60:40%; 40:60%; 20:80%; 0:100% (volume:volume)] de caroço de pêsego triturado (C) com substrato comercial a base de composto orgânico (S), compondo o grupo 1 (CxS), e C com turfa marrom (T), denominado grupo 2 (CxT). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, onde foram analisadas as características físicas, pH e CE de cada grupo. A densidade úmida e seca, o espaço de aeração e pH tiveram valores crescentes à medida que aumentou a proporção de caroço de pêsego. A porosidade total, a capacidade de retenção de água e a condutividade elétrica tiveram maiores valores para os substratos sem ou com menor proporção de caroço de pêsego triturado. Portanto, o caroço de pêsego triturado apresenta características físicas e químicas adequadas para uso como componente de substratos, melhorando a drenagem do meio de cultivo e sendo uma alternativa de mistura para materiais leves.

Palavras-chave: Caroço de pêsego triturado. *Prunus persica*. Sustentabilidade. Espaço de aeração.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the characteristics peach lump triturated for use as a component of the substrate for plants. Were used different proportions of mixture [100:0%, 80:20%; 60:40%; 40:60%; 20:80%; 0:100% (volume:volume)] from peach lump triturated (C) and commercial substrate (S), composing the group 1 (CxS), and C and peat brown (T), called the group 2 (CxT). A completely randomized design was used, where the physical characteristics were analyzed, pH and EC of each group. The wet and dry density, the material consisting of aeration and pH values were growing as increased the proportion of peach lump triturated. The total porosity, water holding capacity and the electric conductivity had higher values for the substrates without or with a lower proportion of peach lump triturated. The lump of peach crushed presents physical and chemical characteristics suitable for use as a component of substrates, improving the drainage of the medium and being a alternative of mixture for light materials.

Keywords: Peach lump triturated. *Prunus persica*. Sustainability. Aeration space.

3 INTRODUÇÃO

Substrato para plantas é o meio utilizado para o cultivo de plantas em recipientes e, por isso, deve oferecer condições favoráveis para as mesmas completarem seu ciclo de desenvolvimento no viveiro (KÄMPF, 2005). As vantagens da produção de mudas em recipientes são devido à fácil comercialização, transporte e rápida rotação de produtos, no entanto, para a produção vegetal ser bem sucedida é necessário utilizar um adequado meio de crescimento para as plantas (AKLIBASINDA et al., 2011). Além disso, para mudas florestais o substrato que envolve a raiz protege-a do ressecamento e, conseqüentemente, favorece o rápido estabelecimento a campo.

Dentre os materiais utilizados como substrato, a turfa de *sphagnum* tem sido o mais comum em viveiros florestais. Entretanto, por causa do aumento do custo e redução da disponibilidade desse material em muitos países, diversos resíduos orgânicos têm sido procurados e estudados em todo o mundo (HEISKANEN, 2013; LANDIS; MORGAN, 2009), para substituí-la ou reduzir sua utilização.

Além disso, há uma conscientização política e ambiental para reduzir a carga sobre o meio ambiente, causada pela produção de resíduos domésticos e agroindustriais, e aumentar a utilização dos mesmos como substrato (CARLILE, 2008). Porém, dificilmente se encontra um material com todas as características adequadas para esse fim, sendo de fundamental importância analisar suas propriedades físicas (densidade, porosidade total, espaço de aeração, água facilmente disponível e capacidade de retenção de água) e químicas (pH, condutividade elétrica, concentração de nutrientes) antes da utilização na produção.

As propriedades físicas podem ser consideradas mais importantes do que as químicas (MILNER, 2002), visto que não podem ser facilmente modificadas, sendo características do material. As propriedades químicas são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes minerais presentes no substrato e, caso o meio não forneça quantidades suficientes dos elementos minerais demandados pelas plantas, a fertilização por sua vez deve atender essa demanda nutricional, possibilitando o crescimento e desenvolvimento adequado (ROSSA et al., 2011).

Muitos resíduos orgânicos vêm sendo utilizados como condicionadores de substrato, para melhorar uma determinada propriedade (ARENAS et al., 2002; CHONG, 2005; EVANS; GACHUKIA, 2004). Havendo mais de um tipo de condicionador para a mesma propriedade, a seleção do material dá-se por sua disponibilidade, custo e real experiência pessoal no seu manejo (KÄMPF, 2005).

Existe uma concorrência no mercado pelos materiais utilizados para a formulação de substrato, como por exemplo, a utilização de casca de pinus para energia e casca de arroz tanto para energia como para cama de aviário e outros fins. Portanto, a identificação de novas alternativas de produtos a serem utilizados como substrato se faz necessário (KRATZ et al., 2013).

Na região Sul do Rio Grande do Sul há considerada produção de árvores frutíferas de clima temperado e o pêssego é um das culturas mais plantadas, sendo que um dos resíduos do seu processamento industrial é o caroço, o qual é utilizado para extração de óleo e geração de energia (DINIZ et al., 2004), possuindo potencial para produção de painéis aglomerados (SCHMITZ et al., 2014). No entanto, outros usos para o caroço de pêssego podem ser testados, como a utilização do mesmo como substrato para a produção de mudas.

O caroço de pêssego possui estrutura física rígida que não se decompõe com facilidade e, quando triturado, mantém partículas de diversas granulometrias. Assim, acredita-se que sua utilização em proporção de mistura adequada proporcionará porosidade total e espaço de aeração necessária ao cultivo de plantas no viveiro, pelo uso de diversas técnicas e espécies.

Tendo em vista a crescente preocupação ambiental com a utilização de materiais renováveis para formulação de substratos e a necessidade de seguir padrões de sustentabilidade na produção de mudas, o objetivo desse trabalho foi avaliar as características do caroço de pêssego triturado como componente de substrato para plantas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O caroço de pêsego foi proveniente da empresa Conservas Oderich S.A. que atua na fabricação de conservas no Estado do Rio Grande do Sul. Após ter sido depositado por dois meses ao ar livre, foi lavado em água corrente, seco em temperatura ambiente e triturado em moinho de martelo. Posteriormente foi umedecido, autoclavado (120°C por 1h) e, novamente, seco ao ar livre. O substrato comercial utilizado (S-10 Beifort) é composto de bagaço, engaço e sementes de uva compostados, casca de arroz queimada e carbonizada, turfa e composto orgânico. A turfa marrom, correspondente ao material, dentre as turfas, menos humificado, com baixa densidade, maior conteúdo de fibras e maior porosidade, foi originária da empresa Florestal S.A. no Estado de Santa Catarina, a qual foi peneirada em malha de 6,35 mm.

Para formulação dos substratos foram utilizadas diferentes proporções de mistura [100:0%, 80:20%; 60:40%; 40:60%; 20:80%; 0:100% (volume:volume)] de caroço de pêsego triturado (C) com substrato comercial a base de composto orgânico (S), compondo o grupo 1 (CxS), e caroço de pêsego triturado com turfa marrom (T), denominado grupo 2 (CxT).

O preparo dos substratos, sua análise física, as medições de pH e condutividade elétrica foram realizados no Laboratório de Análises de Substratos para Plantas (LASPP) da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) do Rio Grande do Sul, localizado em Porto Alegre (RS). A análise química de macronutrientes foi executada no Laboratório de Análises de Solos, Plantas e outros Materiais da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, no município de Frederico Westphalen (RS).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), onde foram analisadas as características físicas, pH e CE, separadamente, para cada grupo de mistura de substrato. E assim, cada grupo foi composto por seis tratamentos e três repetições.

A determinação da densidade úmida (DU) e seca (DS) foi realizada segundo as instruções normativas N° 17 (BRASIL, 2007) e N° 31 (BRASIL, 2008) que descrevem o método da autocompactação. Esse método consiste em preencher uma proveta plástica de 500 mL, transparente e graduada, com, aproximadamente, 300 mL de substrato na umidade atual. Após, a mesma é deixada cair sob a ação do seu próprio peso, de uma altura de 10 cm por dez vezes consecutivas. Com auxílio de uma espátula nivela-se a superfície e lê-se o volume obtido (L). Em seguida, o material úmido é pesado e levado para a estufa a 65 °C por 48 horas (ou até peso constante). Os valores das densidades foram obtidos aplicando-se as seguintes fórmulas:

$$DU = \frac{PU \times 1000}{V} \quad MS = \frac{1 - (PU - PS) \times 100}{PU} \quad DS = \frac{DU \times MS}{100}$$

Sendo: DU – densidade úmida (g L^{-1}); PU – peso úmido (g); V – volume (L); MS – matéria seca (%); PS – peso seco (g); DS – densidade seca (g L^{-1}).

Pelo método da mesa de tensão (Kiehl, 1979) foi determinado a porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água tamponante (AT), correspondente às pressões de 0; 10; 50 e 100 hPa, respectivamente (De Boodt; Verdonck, 1972). Nesse estudo, não foi possível determinar a água tamponante (volume de água liberado entre 50 hPa e 100 hPa), sendo que a mesma foi considerada como o volume de água retido acima de 50 hPa. Ainda, foi possível obter os valores para capacidade de retenção de água a 10 cm (CRA10) e a 50 cm (CRA50), de acordo com a descrição a seguir: o fundo dos anéis metálicos utilizados (392,79 mL de capacidade) foi vedado com tecido de nylon preso por um atilho de borracha, pesados e preenchidos com os substratos na quantidade calculada por meio da densidade dos mesmos, para garantir a uniformidade de volume. Posteriormente, colocaram-se os anéis em bandejas plásticas com água até 0,5 cm da borda superior, para saturação, por 24 horas, quando foram retirados da água e pesados. Então, os anéis foram transferidos para a mesa, previamente ajustada para tensão de 10 cm de coluna de água (Apêndice A), onde permaneceram nessa condição até atingir o equilíbrio (48 horas), momento em que foram pesados novamente. O mesmo procedimento foi repetido para a mesa ajustada para a tensão de 50 cm e 100 cm de coluna de água. Após, as amostras foram secas em estufa a 65 °C por 48 horas (ou peso constante), para determinação dos teores de umidade e peso da matéria seca.

Por meio dos percentuais de água retida em cada tensão foram obtidos os parâmetros que permitem a construção da curva de retenção de água: PT, correspondente à umidade volumétrica presente nas amostras saturadas (tensão 0); EA, representado pela diferença obtida entre a porosidade total e a umidade volumétrica na tensão de 10 cm; AFD, volume de água entre os pontos 10 e 50 cm de tensão; AT, água volumétrica entre 50 e 100 cm de tensão; CRA, quantidade de água retida por um substrato após ser submetido a uma determinada tensão, de acordo com as fórmulas a seguir:

$$PT = \frac{[PU (\text{tensão } 0) - PS (65 \text{ }^{\circ}\text{C})] \times 100}{\text{Volume do anel}}$$

$$EA = \frac{[PU (\text{tensão } 0) - PU (\text{tensão } 10)] \times 100}{\text{Volume do anel}}$$

$$AFD = \frac{[PU (\text{tensão } 10) - PU (\text{tensão } 50)] \times 100}{\text{Volume do anel}}$$

$$AT = \frac{[PU (\text{tensão } 50) - PU (\text{tensão } 100)] \times 100}{\text{Volume do anel}}$$

$$CRA10 = PT - EA$$

$$CRA50 = \frac{PT - [PU (\text{tensão } 0) - PU (\text{tensão } 50)]}{\text{Volume do anel}}$$

Sendo: PT – porosidade total; PU – peso úmido (g); PS – peso seco (g); EA – espaço de aeração; AFD – água facilmente disponível; AT – água tamponante; CRA10 – capacidade de retenção de água a 10 cm; CRA50 – capacidade de retenção de água a 50 cm.

Para a determinação do valor de pH e da condutividade elétrica (CE) foi empregado o método descrito na instrução normativa N° 17 (BRASIL, 2007). O método 1:5 (v:v) prevê o preparo de uma solução de 60 mL de substrato (segundo a densidade úmida do material) e 300 mL de água deionizada em um frasco de 500 mL, onde é agitada, em Agitador de Wagner, numa rotação de 40 rpm por 1 hora. Após filtragem, com o uso de pHmetro e condutivímetro já calibrados, foi realizada a leitura do pH e da condutividade elétrica, respectivamente.

4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

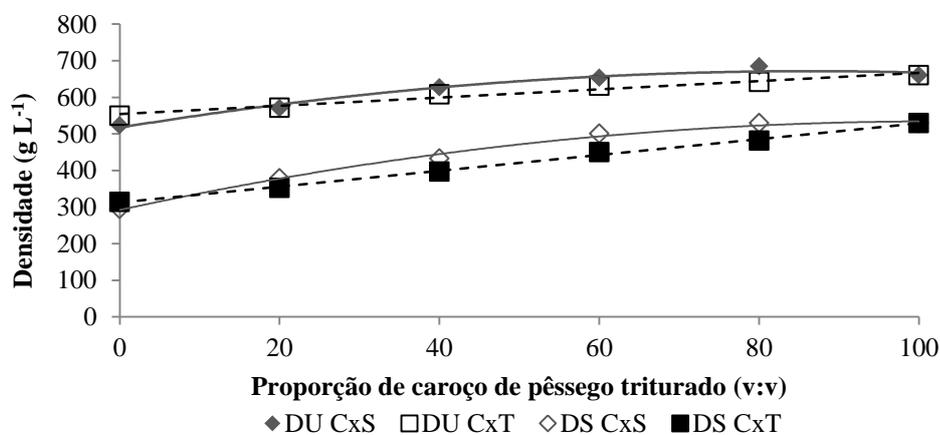
Os dados de DU, DS, PT, EA, AFD, CRA10, CRA50, pH e CE foram verificados quanto às pressuposições de normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$) e homogeneidade de variância, pelo teste de Bartlett ($p > 0,05$) e, aqueles que não apresentaram normalidade e/ou homogeneidade de variância foram transformados por Box-Cox. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância e, quando constatada diferença entre os tratamentos pelo teste F, efetuou-se a regressão polinomial a 5% de probabilidade de erro. Para as análises utilizou-se o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS

A análise de variância para os dois grupos de substratos indicou efeito significativo ($p < 0,05$) dos tratamentos para todas as variáveis analisadas, exceto para água facilmente disponível (Apêndice B e C).

Em relação à densidade úmida e seca, os valores foram crescentes à medida que aumentou a proporção de caroço de pêsego nas misturas até 80% do volume (684 Kg m⁻³ para DU e 529,7 Kg m⁻³ para DS) para CxS, caracterizando o comportamento quadrático, e até 100% (660 Kg m⁻³ para DU e 529,0 para DS) para CxT, que teve comportamento linear. Foi possível observar que apesar de T100 possuir maior DU e DS em relação ao S100, as misturas desse último com caroço de pêsego tiveram densidades superiores (Figura 1).

Figura 1 - Densidade úmida (DU) e seca (DS) de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT)



$$\text{DU CxS} - y = 517,08 + 3,5697x - 0,0206x^2$$

$$R^2 = 0,97^*$$

$$\text{DS CxS} - y = 292,06 + 4,7488x - 0,0233x^2$$

$$R^2 = 0,99^*$$

$$\text{DU CxT} - y = 554,19 + 1,1262x$$

$$R^2 = 0,98^*$$

$$\text{DS CxT} - y = 312,36 + 2,1638x$$

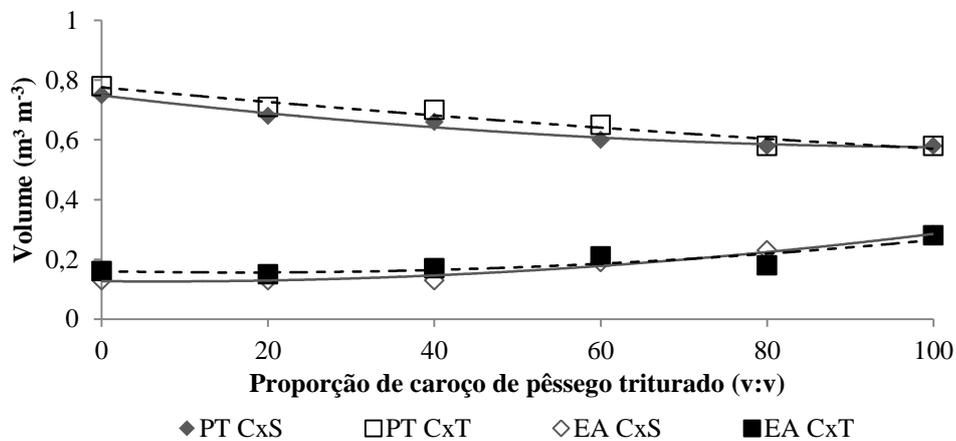
$$R^2 = 0,99^*$$

Fonte: A autora (2016).

A porosidade total teve maiores valores para os substratos sem caroço de pêsego triturado ou com a menor proporção, em ambos os grupos. No entanto, para o espaço de aeração os valores foram maiores à medida que houve aumento da proporção desse material

nos substratos (Figura 2). Ambas as variáveis apresentaram comportamento quadrático, tendendo ao linear, e valores superiores para CxT em relação à CxS, característica que se manteve até a mistura com 60% de caroço de pêsego triturado. O aumento da proporção desse material nos substratos reduz a AFD, a qual se aproximou de zero para o tratamento C100 (Figura 3).

Figura 2 – Porosidade total (PT) e espaço de aeração (EA) de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT)



$$PT\ CxS - y = 0,7489 - 0,0033x + 0,00002x^2$$

$$R^2 = 0,96^*$$

$$EA\ CxS - y = 0,1268 - 0,0002 + 0,00002x^2$$

$$R^2 = 0,91^*$$

$$PT\ CxT - y = 0,7761 - 0,0025x + 0,000005x^2$$

$$R^2 = 0,95^*$$

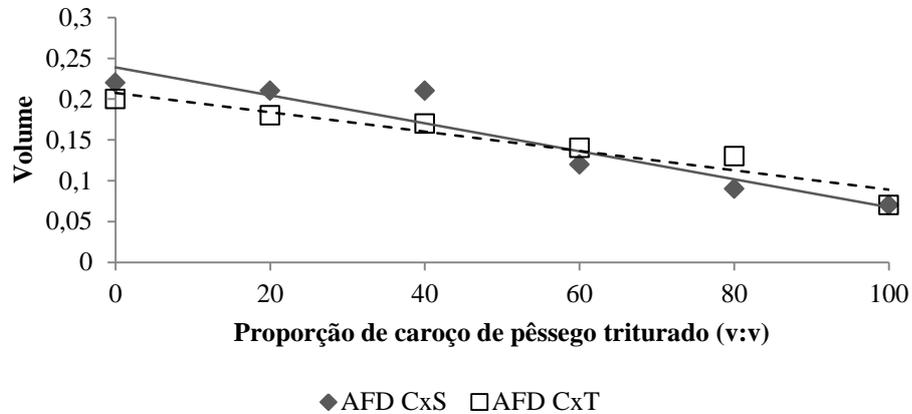
$$EA\ CxT - y = 0,1604 - 0,0005x + 0,00002x^2$$

$$R^2 = 0,79^*$$

Fonte: A autora (2016).

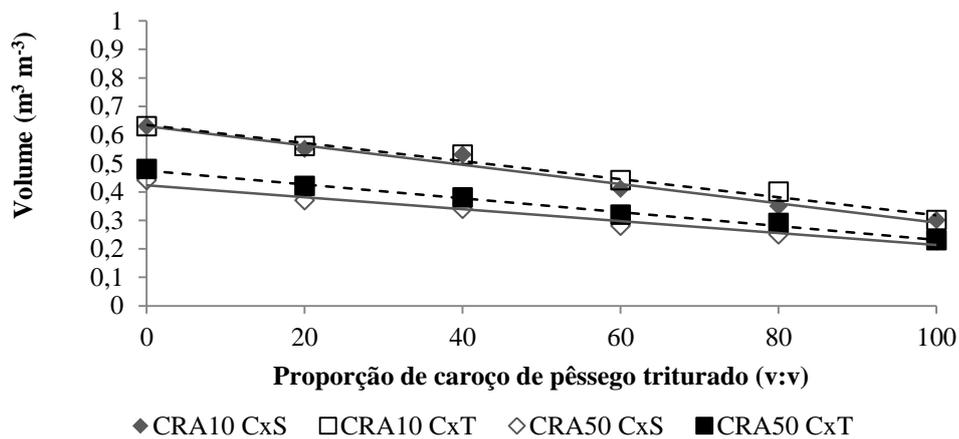
As misturas de substratos estudadas possuem menor capacidade de retenção de água conforme aumenta a proporção de caroço de pêsego triturado, tanto a uma coluna de água de 10 cm quanto de 50 cm (Figura 4). Assim, o substrato C100 retêm 30% de água a 10 cm e 23% a 50 cm, em condições de laboratório.

Figura 3 – Água facilmente disponível (AFD) de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT)



Fonte: A autora (2016).

Figura 4 – Capacidade de retenção de água a uma pressão de 10 cm de coluna de água (CRA10) e capacidade de retenção de água a uma pressão de 50 cm de coluna de água (CRA50) de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT)



$$\text{CRA10 CxS} - y = 0,631 - 0,0034x$$

$$R^2 = 0,97^*$$

$$\text{CRA50 CxS} - y = 0,4233 - 0,0021x$$

$$R^2 = 0,96^*$$

$$\text{CRA10 CxT} - y = 0,6352 - 0,0032x$$

$$R^2 = 0,98^*$$

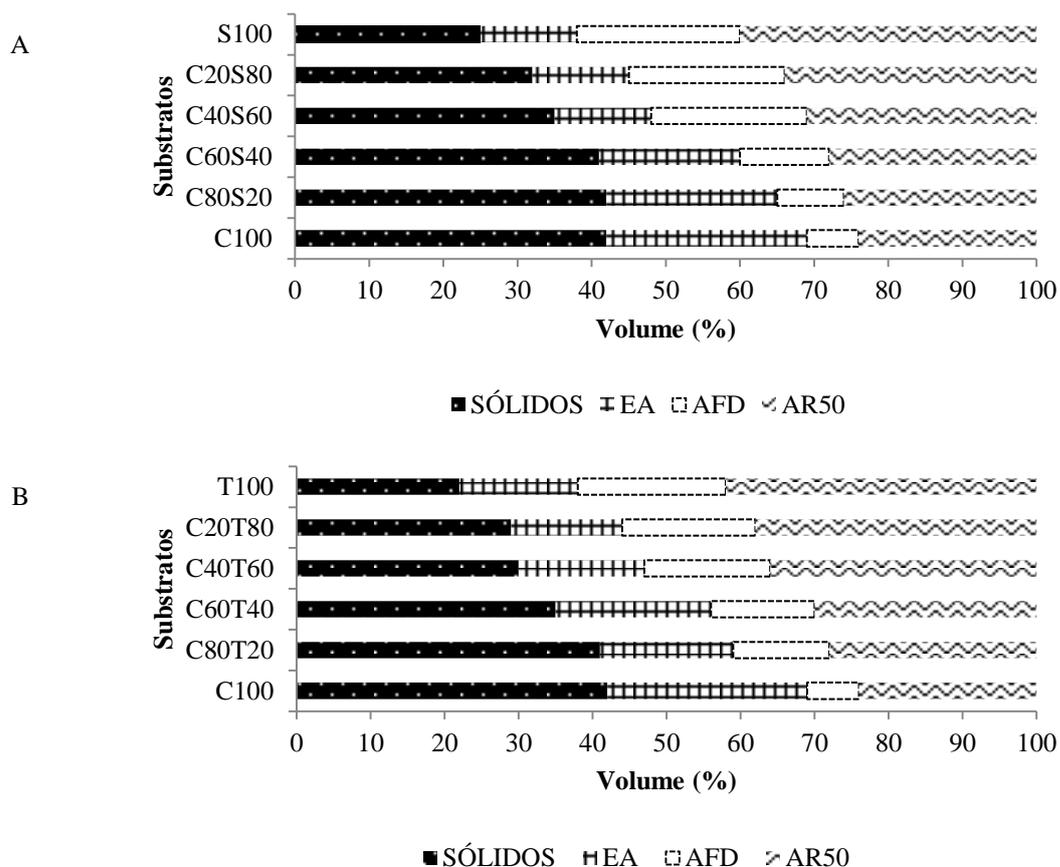
$$\text{CRA50 CxT} - y = 0,4748 - 0,0024x$$

$$R^2 = 0,99^*$$

Fonte: A autora (2016).

Conforme o volume de sólidos, ar e água (Figura 5), observa-se que apesar dos substratos com menor proporção de caroço de pêsego triturado apresentar maior volume de água facilmente disponível, os mesmos possuem maior volume de água remanescente, o que amplia o gasto de energia pela planta para aproveitá-la. Tanto nas misturas com menor proporção do resíduo orgânico com turfa quanto nas com substrato comercial a base de composto orgânico predominam os microporos (alta retenção hídrica a 50 hPa), enquanto que com o aumento de caroço de pêsego triturado há mais macroporos (maior drenagem a baixas tensões) (Figura 5).

Figura 5 – Volume de sólidos, ar e água de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) (A) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT) (B). C – caroço de pêsego triturado; S – substrato orgânico; T – turfa; EA – espaço de aeração; AFD – água facilmente disponível e AR50 – água remanescente a 50 cm

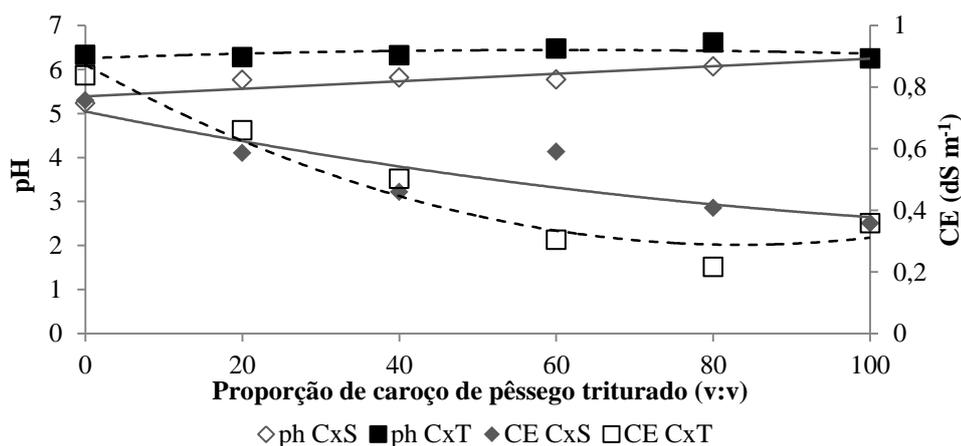


Fonte: A autora (2016).

Para as misturas CxS os valores de pH observados ficaram entre 5,23 (S100) e 6,25 (C100), tendo comportamento linear, enquanto que para CxT o valor mais baixo foi de 6,25 (C100) e o mais alto de 6,61 (C80T20). A amplitude de valores da condutividade elétrica foi maior se comparado ao pH.

Os valores de CE variaram, para CxS, de 0,358 dS m⁻¹, observado no tratamento C100, até 0,757 dS m⁻¹ para S100, e para o grupo CxT o menor valor obtido foi de 0,216 dS m⁻¹ (C80T20) e o maior foi de 0,838 dS m⁻¹ (T100) (Figura 6). Ambos os grupos tiveram comportamento quadrático.

Figura 6 – Condutividade elétrica (CE) e pH de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT)



$$\text{CE CxS} - y = 0,7205 - 0,0051x + 0,00002x^2$$

$$R^2 = 0,78^*$$

$$\text{pH CxS} - y = 5,3871 + 0,0086x$$

$$R^2 = 0,85^*$$

$$\text{CE CxT} - y = 0,8721 - 0,014x + 0,00008x^2$$

$$R^2 = 0,94^*$$

$$\text{pH CxT} - y = 6,2554 + 0,0032x$$

$$R^2 = 0,61^*$$

Fonte: A autora (2016).

Na análise química dos substratos observou-se que a presença de caroço de pêsego triturado ocasionou a redução do teor de macronutrientes, para ambos os grupos testados, chegando próxima à zero para fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Ao analisar os dois grupos de misturas, se observa que o substrato comercial a base de composto orgânico proporcionou maior ganho em fósforo (P) e potássio (K), enquanto que nos substratos com turfa houve maior concentração de nitrogênio (N), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (Tabela 3).

Tabela 3 – Concentração de macronutrientes em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT)

Tratamentos		N	P	K	Ca	Mg
		----- % (m m ⁻¹) -----				
CxS	C100	0,56	0,02	0,19	0,05	0,01
	C80S20	0,72	0,07	0,22	0,24	0,08
	C60S40	0,75	0,10	0,28	0,38	0,13
	C40S60	0,96	0,11	0,30	0,53	0,18
	C20S80	0,98	0,11	0,26	0,59	0,21
	S100	1,02	0,14	0,31	0,73	0,26
CxT	C100	0,56	0,02	0,19	0,05	0,01
	C80T20	0,58	0,04	0,18	0,62	0,16
	C60T40	0,91	0,06	0,17	1,14	0,28
	C40T60	1,10	0,07	0,17	1,68	0,40
	C20T80	1,35	0,07	0,17	2,56	0,49
	T100	1,47	0,07	0,14	3,16	0,52

Sendo: C – caroço de pêsego triturado; S – substrato orgânico; T – turfa; N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio e Mg – magnésio.

Fonte: A autora (2016).

6 DISCUSSÃO

No que se refere à densidade seca, verificou-se que, segundo a recomendação de Gonçalves e Poggiani (1996), nenhum dos substratos, de ambos os grupos testados, apresentou valores abaixo do limite mínimo ($<250 \text{ Kg m}^{-3}$). Os tratamentos com até 40% de caroço de pêsego triturado apresentaram densidade média ($250 - 500 \text{ Kg m}^{-3}$) enquanto que os outros, com maior proporção, tiveram densidade em nível adequado ($450 - 550 \text{ Kg m}^{-3}$).

O uso de fontes de resíduos como componentes de substratos modificam as propriedades físicas e químicas de forma diferenciada conforme a origem do material. No caso do caroço de pêsego triturado, quanto maior a sua proporção no substrato, maior a densidade seca, mesma tendência foi observada com a adição de pellets de madeira e biocarvão à turfa, em estudo descrito por Dumroese et al. (2011). O contrário ocorre com maiores proporções de composto de cogumelo em misturas com vermiculita e perlita, que resultaram valores decrescentes para essa propriedade (RUN-HUS; ZENG-QIANG; ZHI-GUO, 2012).

O aumento da densidade está diretamente relacionado com a redução da porosidade (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2014) que, de acordo com De Boodt e Verdonck (1972) deve ser de 85%, sendo especificado por Gonçalves e Poggiani (1996) que o valor adequado de porosidade total deve estar entre 75 a 85%. Para os dois grupos de mistura testados apenas os substratos 100% comercial a base de composto orgânico e 100% turfa apresentaram porosidade adequada, com 75% e 78%, respectivamente, enquanto que os demais obtiveram valores inferiores.

A menor porosidade observada nos tratamentos correspondentes às misturas de materiais é explicada pela acomodação das partículas menores (FERMINO, 2002), do substrato comercial a base de composto orgânico e da turfa, entre os espaços livres formados pelo arranjo das partículas maiores (caroço de pêsego triturado). Ao contrário de substratos formados somente com partículas de mesmo tamanho, que resultam em maior porosidade total.

Entretanto, mais importante do que um substrato possuir porosidade total adequada, é proporcionar disponibilidade de oxigênio e água suficiente para as raízes das plantas (HEISKANEN; TAMMEORG; DUMROESE, 2013). De forma geral, um substrato deve ter entre 10 a 30% de ar em condições de capacidade de recipiente (REGAN, 2014) e isso foi proporcionado por todos os substratos. Apenas aqueles com 60% ou mais de caroço de pêsego triturado obtiveram EA acima de 20%, expressando a importância desse componente

ao permitir drenagem adequada do meio de cultivo, reduzindo o excesso de umidade apresentado por alguns materiais ou misturas.

Além disso, as raízes das plantas precisam de ar suficiente para a sua respiração, sendo essencial para os processos metabólicos da mesma. Em condições de oxigênio deficiente, ocorre a desaceleração do crescimento das mudas e as tornam mais vulneráveis a danos e doenças causadas pelo frio, consequência do enfraquecimento das raízes (AKLIBASINDA et al., 2011). Espaço de aeração com valor de 10% não é indicado para plantas com altas taxas de transpiração cultivadas em recipientes de maior altura, da mesma forma, plantas cultivadas em bandejas com células preferem EA de 7% a 10%, para manter o máximo de água possível, devido à quantidade limitada proporcionada pelos substratos em cada célula (REGAN, 2014).

Com o aumento dos macroporos (EA) a capacidade de retenção de água de um substrato diminui e aumenta a frequência de irrigação quando se trata de materiais sem poros internos, como é o caso do caroço de pêssego triturado e da casca de arroz carbonizada, a qual proporcionou a visualização dessa característica em estudo realizado por Aklibasinda et al. (2011). Por outro lado, há materiais como a pedra-pomes, utilizada em muitos países do ocidente, que além de oferecer aeração suficiente, proporciona alta retenção de água, devido a sua característica esponjosa, ou seja, poros internos abertos (SAHIN; ANAPALI, 2006), além da fibra de coco e vermiculita, que poderiam ser avaliados em mistura com caroço de pêssego, em regiões com disponibilidade desses componentes, podendo ser uma linha de estudo no sentido de aproveitamento de resíduos na formulação de substratos.

Em relação ao pH, observa-se que, segundo a recomendação de Fermino (2014), apenas o substrato comercial a base de composto orgânico (5,2) está abaixo da faixa adequada (5,5 – 6,5), entretanto, o valor ideal pode variar em função da espécie a ser cultivada e pode ser ajustado pela aplicação de soluções ácidas, pela mistura de componentes com pH mais alto (KRATZ et al., 2013) ou por meio da calagem (KÄMPF, 2005). O índice de acidez de um substrato se destaca, principalmente, pelos danos que pode causar em função de seu desequilíbrio, ocasionando injúrias e interferindo na disponibilidade de nutrientes, promovendo condições desfavoráveis ao crescimento das plantas (WALLER; WILSON, 1984) e deve ser monitorado continuamente pelo fato de sofrer alterações por consequência da alcalinidade da água de irrigação ou pelo processo de decomposição sofrido pelos materiais orgânicos (REGAN, 2014).

Para a condutividade elétrica, todos os substratos se apresentaram na faixa ideal, que é abaixo de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ (GONÇALVES et al., 2005), porém, esses valores também variam entre espécies, cultivares e clones. Entre as propriedades químicas e físicas que caracterizam os

substratos, a CE pode ser um adequado indicador inicial de seu uso e qualidade (CHONG, 2005), devido, provavelmente, a sua fácil e rápida obtenção, além de estar diretamente relacionado ao teor de nutrientes. De acordo com Regan (2014), essa propriedade deve ser monitorada frequentemente, pois é possível que os íons responsáveis pela elevada CE sejam tóxicos para as plantas, nesse caso, seria necessário realizar a lixiviação do meio de cultivo para remover esses sais.

No que se refere aos macronutrientes presentes nos substratos, o caroço de pêssego triturado ocasionou a redução deles no meio. Resultado semelhante foi encontrado por Dumroese et al. (2011), que observaram baixas concentrações de nutrientes ao aumentar a proporção de pellets de madeira e biocarvão à turfa. De acordo com os mesmos autores, essa característica, geralmente, não é limitante à produção de mudas, pois muitos produtores preferem substratos com baixa fertilidade natural para poder manipulá-la conforme necessário, visando o controle do crescimento das plântulas.

Nesse sentido, é necessária atenção especial, pois a manipulação inadequada da adubação pode trazer resultados negativos às plantas, considerando que os nutrientes exercem funções específicas nos processos fisiológicos (BELLOTE; FERREIRA; SILVA, 2008), como constituição de proteínas, ácidos nucleicos, membranas, hormônios e outros, no caso do nitrogênio (SOUZA; FERNANDES, 2006); o fósforo tem ação no metabolismo, como transferência de energia, síntese de ácidos nucleicos, glicose, respiração e outros (ARAUJO; MACHADO, 2006); regulação da síntese de carboidratos e do transporte de açúcar realizada pelo potássio; envolvimento na formação da clorofila pelo magnésio e crescimento meristemático para o cálcio (DACOSTA, 2004). Portanto, a adubação deve ser manejada criteriosamente e adequada para cada substrato, principalmente aqueles de origem orgânica.

De forma geral, em viveiros florestais do Brasil, os substratos utilizados para produção de mudas, principalmente do gênero *Eucalyptus*, consistem na mistura de pelo menos um material que proporcione boa drenagem e aeração ao meio, como a casca de arroz carbonizada e a casca de pinus (STAPE; GONÇALVES; GONÇALVES, 2001), propriedades que foram comprovadas nesse estudo para o caroço de pêssego triturado.

Muitos resíduos orgânicos podem ser utilizados como substratos ou como condicionadores de substrato, ou seja, em fração igual ou menor que 50%. Entre os principais condicionadores orgânicos estão os produtos de compostagem, serapilheira, casca de arroz carbonizada, fibra de xaxim, casca de árvores, entre outros (KÄMPF, 2005). No entanto, apesar desses materiais apresentarem boas propriedades físicas e/ou químicas, é fundamental

verificar a influência dos mesmos na produção de mudas, pois a resposta pode variar conforme a espécie produzida.

O caroço de pêssego triturado possui algumas características físicas que o torna alternativa viável para compor substratos. Ele pode ser utilizado em misturas com o objetivo de melhorar determinada propriedade, como por exemplo, em combinação com materiais leves para elevar a densidade e reduzir a porosidade total, além de elevar o espaço de aeração, permitindo drenagem adequada ao meio de cultivo e possuir maior volume de sólidos e menor volume de água remanescente.

Entretanto, ao utilizar o caroço de pêssego triturado é necessário ter maior rigor em relação à irrigação, pois esse material possui menor capacidade de retenção de água e água facilmente disponível às plantas. Apesar de permitir ao viveirista mais tecnicado manipular a adubação conforme a espécie produzida, considerando que esse material reduz o teor de macronutrientes, essa característica também pode aumentar os custos de produção com a fertilização.

O substrato comercial a base de composto orgânico e a turfa marrom apresentaram propriedades físicas e químicas adequadas para uso como substrato, com valores dentro da faixa indicada pelo fabricante. Nas misturas com substrato comercial a base de composto orgânico, o caroço de pêssego triturado teve efeito sobre o espaço de aeração e sobre a água facilmente disponível apenas a partir de seu uso na proporção de 60%, enquanto que para as misturas com turfa, os valores dessas propriedades foram mudando gradativamente com o aumento das proporções desse material.

7 CONCLUSÕES

O uso do caroço de pêssego triturado como componente de substratos é alternativa viável para a disposição final desse resíduo. Esse material pode ser recomendado para aumentar a densidade seca e o espaço de aeração de meios de cultivo.

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE CAROÇO DE PÊSSEGO TRITURADO NA QUALIDADE DAS MUDAS DE *Eucalyptus dunnii* Maiden EM VIVEIRO E NO CAMPO

Resumo

O trabalho teve como objetivo investigar a influência de substratos com diferentes proporções de caroço de pêssigo triturado no crescimento de mudas de *E. dunnii* no viveiro e o seu desempenho no campo. Para produção das mudas foram utilizadas diferentes proporções de mistura [100:0%, 80:20%; 60:40%; 40:60%; 20:80%; 0:100% (volume:volume)] de caroço de pêssigo triturado (C) com substrato comercial a base de composto orgânico (S), compondo o grupo 1 (CxS), e C com turfa marrom (T), denominado grupo 2 (CxT). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, onde foram analisadas as características morfológicas e fisiológicas das mudas. Aos 110 dias, as mudas foram levadas a campo em delineamento de blocos ao acaso, avaliando-se a sobrevivência, o incremento no crescimento e variáveis fisiológicas durante 240 dias. O caroço de pêssigo triturado pode ser utilizado como componente principal ou secundário de substrato, quando misturado ao substrato comercial a base de composto orgânico ou à turfa, proporcionando mudas de *E. dunnii* com similar crescimento no campo, apesar do crescimento diferenciado no viveiro.

Palavras-chave: Espécie florestal. Espaço de aeração. Turfa. Resíduo agroindustrial.

Abstract

The study aimed to investigate the influence of substrates with different proportions of peach lump triturated seedling growth of *E. dunnii* seeds in the nursery and its performance in the field. For the production of seedlings were used different proportions of mixture [100:0%, 80:20%; 60:40%; 40:60%; 20:80%; 0:100% (volume:volume)] from peach lump triturated (C) and commercial substrate (S), composing the group 1 ((CxS)), and C and peat brown (T), called the group 2 (CxT). It was used a completely randomized, where were analyzed morphological and physiological characteristics of the seedlings. At 110 days, the seedlings were carried field in randomized complete block design, evaluating the survival, the increment in growth and physiological variables during 240 days. The lump of peach can be used as a primary or secondary component of substrate, when mixed with a commercial substrate the organic compound-based or peat, providing seedlings of *E. dunnii*, that despite the higher growth rate in nursery, have the same growth performance post planting.

Keywords: Forest species. Aeration space. Peat. Agro industrial residue.

8 INTRODUÇÃO

No Brasil, as condições climáticas e do solo são favoráveis para uso florestal e agroflorestal baseado no gênero *Eucalyptus*, gerando plantações de alta produtividade se comparado a outros países, o que, conseqüentemente, reduz a exploração de espécies nativas (COUTO; NICHOLAS; WRIGHT, 2011). No ano de 2012, a área de plantios de *Eucalyptus* totalizou 5.102.030 ha no Brasil com produtividade média ponderada em função da área plantada de 40,7 m³ ha.ano⁻¹ (ABRAF, 2013).

Entre as espécies plantadas está o *Eucalyptus dunnii* Maiden, que é uma das economicamente mais importantes para as condições do sul do Brasil, por ser tolerante ao frio e apresentar rápido crescimento e rusticidade (LORENZI et al., 2003). Além disso, apresenta boa aptidão, principalmente no que se refere à produção de madeira para fins energéticos e sólidos madeiráveis (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006).

Os reflorestamentos dependem de mudas de alta qualidade, as quais são indicadas por atributos de desempenho após o plantio (RITCHIE et al., 2010), e a produção das mesmas é influenciada por fatores genéticos e pelas condições de crescimento (HEYDARI et al., 2015), sendo que, atualmente, tem sido dada preferência à produção de mudas em recipientes (REGAN, 2014). Nesse caso o substrato, que é o meio em que as raízes se desenvolvem, é de fundamental importância, pois fornece suporte estrutural às mudas além das concentrações necessárias de água e oxigênio (CARNEIRO, 1995; REGAN, 2014).

Com o aumento da demanda por mudas, há também a necessidade de reduzir os custos de produção, fazendo com que os produtores busquem alternativas de substrato menos dispendiosas, especialmente aquelas produzidas localmente (LANDIS; MORGAN, 2009). A utilização desses materiais renováveis para formulação de substratos torna-se fundamental, visto a conscientização política e ambiental para reduzir a carga sobre o meio ambiente causada pela produção de resíduos domésticos e agroindustriais (CARLILE, 2008).

Dentre os materiais que podem ser utilizados como substrato está o caroço de pêssego triturado, o qual, atualmente é utilizado para extração de óleo e geração de energia (DINIZ et al., 2004) e é uma das culturas frutífera mais plantadas no Rio Grande do Sul (FAO, 2014). Esse material possui estrutura física rígida que não se decompõe com facilidade e, quando triturado aumenta a densidade e o espaço de aeração do meio.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi investigar a viabilidade técnica do uso de caroço de pêssego triturado para produção de mudas de *E. dunnii* no viveiro e no campo.

9 MATERIAL E MÉTODOS

9.1 PRODUÇÃO DE MUDAS

O experimento em viveiro foi conduzido de junho a setembro de 2014 no Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal (29° 43' 13" S e 53° 43' 17" O) do Departamento de Ciências Florestais (DCFL) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no município de Santa Maria (RS). O clima da região, conforme a classificação de Köppen é subtropical do tipo "Cfa", com chuvas durante todos os meses do ano, apresentando precipitação média anual de 1.620 mm, temperatura média dos meses mais frios (junho a agosto) entre -3 °C e 18 °C, e dos meses mais quentes (dezembro a fevereiro), superior a 22 °C (ALVARES et al., 2013).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), onde foram testados, separadamente, dois grupos de mistura de substratos descritos no Capítulo I, cada um composto por seis tratamentos e quatro repetições. As 24 unidades amostrais de cada grupo foram constituídas por bandejas de polipropileno (43,5 x 63,0 x 16,5 cm), nas quais se avaliou as 12 mudas centrais, totalizando 48 mudas por tratamento.

Os materiais foram misturados à adubação de base, com fertilizante de liberação controlada (FLC) na dose de 6,0 g L⁻¹ de substrato. O FLC é composto de macronutrientes com 15% de nitrogênio (N), 9% de superfosfato (P₂O₅), 12% de cloreto de potássio (K₂O), 1% de magnésio (Mg) e de micronutrientes com 2,3% de enxofre (S), 0,05% de cobre (Cu), 0,06% de manganês (Mn), 0,45% de ferro (Fe) e 0,2% de molibdênio (Mo). Segundo as recomendações técnicas do fabricante, a dose recomendada é de 6,0 a 12,0 g L⁻¹ e quando colocado em substrato úmido (temperatura média 21 °C) a liberação de todos os nutrientes ocorre entre seis a oito meses.

Após a mistura e umedecimento do substrato, os tubetes cônicos de polipropileno com capacidade volumétrica de 50 cm³ (4 estrias, diâmetro interno de 25 mm e altura de 12,5 cm) foram preenchidos com as diferentes composições de substratos. Realizou-se a acomodação dos substratos nas bandejas, com o uso de uma mesa de compactação (20") e, quando necessário, foi completado o volume dos recipientes para o seu preenchimento total.

As sementes de *E. dunnii*, adquiridas de uma área de produção de sementes com 320 matrizes selecionadas no município de Irineópolis – SC, foram semeadas manualmente em junho de 2014. Cada tubete recebeu duas sementes, cobertas com uma fina camada do mesmo substrato.

Após a semeadura as bandejas foram acondicionadas em casa de vegetação (com quatro irrigações diárias e vazão de 8 mm dia⁻¹), onde permaneceram por 85 dias na fase de crescimento, seguindo para a área de rustificação (três irrigações diárias com vazão de 8 mm dia⁻¹), por 20 dias. Aos 30 dias após a semeadura, realizou-se um raleio, eliminando a plântula excedente, deixando apenas uma por recipiente. A alternagem das mudas foi realizada aos 60 dias após a semeadura, reduzindo-se a densidade das mudas para 50% da capacidade da bandeja.

As avaliações dos parâmetros morfológicos foram realizadas aos 90 dias após a emergência, medindo-se a altura da parte aérea (H), em centímetros, com régua milimétrica e o diâmetro do coleto (DC), com paquímetro digital (mm), obtendo-se a relação H/DC (cm/mm). Além disso, duas mudas por repetição (oito por tratamento), escolhidas aleatoriamente, foram separadas em parte aérea e radicular e, utilizadas para a determinação da massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), relação MSA/MSR, índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF), volume radicular (VR) e comprimento radicular (CR).

As folhas foram destacadas para determinação da área foliar e o sistema radicular foi lavado em água corrente e sobre peneiras para a retirada do substrato e determinado o volume de raízes e comprimento radicular. O volume de raízes foi obtido colocando-se as mesmas em proveta graduada, contendo um volume conhecido de água e, pela diferença, obteve-se a resposta direta do volume de raízes. Para a determinação da área foliar e comprimento radicular as folhas e as raízes das mudas foram distribuídas sobre folha de papel branco A4, a qual foi prensada por um vidro transparente e fotografada com uma câmera digital da marca SONY (modelo DSC-T100), apoiada em uma estrutura com altura fixa de 18 cm e zoom de 1.4. As imagens foram processadas com auxílio do software de análise de imagens Image J, obtendo-se a área foliar e o perímetro das raízes, o qual permitiu o cálculo do comprimento radicular.

Após a obtenção das imagens, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel pardo, identificadas e levadas para estufa a 65° C, por 72 horas, sendo, posteriormente, pesadas em balança digital de precisão (0,001 g). Assim, foram determinados os valores para massa seca e calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD), pela seguinte fórmula (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960):

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

Sendo: IQD – índice de qualidade de Dickson; MST – massa seca total (g); H – altura da parte aérea (cm); DC – diâmetro do coleto (mm); MSPA – massa seca da parte aérea (g); MSR – massa seca radicular (g).

Além disso, aos 90 dias, duas mudas por repetição (oito mudas por tratamento), selecionadas aleatoriamente, foram utilizadas para avaliar a facilidade de retirada do tubete (FRT), atribuindo-se nota de zero (dificuldade máxima) a dez (grande facilidade), após três batidas na parte superior do tubete; e agregação das raízes ao substrato (AGR), em que as mudas sem os tubetes foram soltas em queda livre a um metro do solo (recoberto por brita). Ao torrão foi atribuída nota de zero a dez, sendo zero para o torrão totalmente destorreado e dez para o torrão íntegro (WENDLING; GUASTALA; DEDECEK, 2007).

Para análise fisiológica, utilizou-se a avaliação da fluorescência da clorofila *a*, realizada aos 60 dias após a emergência na terceira folha expandida de quatro plantas por tratamento, com o uso do fluorômetro de pulso modulado JUNIOR-PAM (Walz, Alemanha), no período de 08:00 às 10:00 horas. Antes da leitura, as folhas foram adaptadas ao escuro com o uso de papel alumínio, por 30 minutos. Após a adaptação ao escuro, mediu-se os valores da fluorescência inicial (F_0) e máxima (F_m) e, com essas variáveis foi obtida a eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II (F_v/F_m), em que F_v é a fluorescência variável ($F_v = F_m - F_0$).

9.2 CRESCIMENTO INICIAL A CAMPO

O experimento foi conduzido em propriedade particular (27° 52' 18" S e 54° 45' 11" O) localizada no município de Santo Cristo (RS) (Apêndice D). Conforme a classificação de Köppen o clima da região é subtropical do tipo "Cfa", semelhante à condição de viveiro (ALVARES, 2013). Na Tabela 4 é possível observar as médias mensais de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação registrados na região durante o período de realização do trabalho.

O município pertence à Unidade Charrua de mapeamento do solo, ocorrendo Neossolo Regolítico Eutrófico, Cambissolo Háplico Eutrófico e Luvisolo Háplico Pálico (STRECK, 2008). Amostras de solo foram coletadas na área de plantio e encaminhadas para análise no Laboratório de Análise de Solos da UFSM (Tabela 5). De acordo com a classificação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS, 2004), o pH do solo é considerado alto, o

teor de matéria orgânica (MO) baixo, fósforo (P) médio, potássio (K) alto para a camada de 0 cm a 20 cm do solo e médio para a camada mais profunda, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) alto.

Tabela 4 – Médias mensais de temperatura máxima (T° C Máx.), temperatura mínima (T° C Mín.), temperatura média (T° C Méd.), umidade relativa do ar (UR) e precipitação total (pp) registradas na região de realização do experimento, durante o período de avaliação de crescimento de mudas no campo de *Eucalyptus dunnii*.

Mês/Ano	T° C Máx.	T° C Mín.	T° C Méd.	UR %	pp (mm)
Outubro/14	29,2	16,8	22,4	69	100,8
Novembro/14	30,3	17,2	23,4	62	89,9
Dezembro/14	30,7	19,1	24,4	71	281,9
Janeiro/15	31,0	19,9	24,4	77	348,2
Fevereiro/15	30,8	19,8	24,2	78	92,8
Março/15	30,6	18,3	23,3	75	88,6
Abril/15	27,7	15,8	21,2	71	127,4
Mai/15	21,5	14,7	19,6	74	211,0
Junho/15	21,7	13,2	17,7	74	282,0

Fonte: FEPAGRO NOROESTE/Santa Rosa, Elaboração: Schuller, V. E., 2014 e 2015.

Tabela 5 – Atributos químicos e físicos do solo da área utilizada para o plantio de mudas de *Eucalyptus dunnii*, Santo Cristo (RS).

Prof. (cm)	pH H ₂ O 1:1	MO %	Argila %	V %	P-Mehlich mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	CTC pH7,0 cmol _c dm ⁻³	Ca cmol _c dm ⁻³	Mg cmol _c dm ⁻³	Al cmol _c dm ⁻³	H+Al cmol _c dm ⁻³	Índice SMP
0-20	6,0	1,7	34,0	89,1	9,3	116,0	19,8	13,3	4,1	0,0	2,2	6,6
20-40	6,2	1,5	29,0	89,1	10,1	72,0	20,1	13,7	4,0	0,0	2,2	6,6

Sendo: MO – matéria orgânica; V – saturação por bases; P-Mehlich – fósforo extraído pelo método Mehlich-1; K – potássio; CTC pH 7,0 – capacidade de troca de cátions; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Al – alumínio trocável e H+Al – acidez potencial.

Fonte: A autora (2016).

O experimento foi instalado em delineamento de blocos ao acaso, em outubro de 2014 (tempo zero) e teve sua última avaliação em junho de 2015 (240 dias). Foram utilizadas as mudas provenientes do experimento realizado no viveiro, exceto o substrato composto por 100% de caroço de pêssego triturado por não permitir adequada agregação às raízes e dificultar a retirada da muda do tubete, para os dois grupos de mistura. Cada grupo foi

composto por 5 tratamentos e três blocos contendo 12 plantas cada, sendo avaliadas as duas centrais e o restante considerada bordadura.

Para o preparo da área foi realizada capina química 20 dias antes do plantio, com aplicação de herbicida (glifosato), e controle de formigas cortadeiras, aplicando-se formicida líquido (fipronil) em área total, na dose de 4,0 L ha⁻¹ e 15 mL ha⁻¹, respectivamente. Posteriormente, foi realizada a escarificação na profundidade de 20 cm nas linhas de plantio, com auxílio de haste acoplada ao trator (Apêndice E1 e E2).

Para o plantio foram selecionadas as mudas com valores médios de altura e diâmetro do coleto, de cada tratamento (Tabela 6). O espaçamento utilizado foi de 3 m entre as linhas e 2 m entre as mudas. As mesmas foram plantadas com auxílio de plantadeira (matraca) e irrigadas imediatamente com, aproximadamente, 1 L de água por muda (Apêndice E3 e E4). Logo após o plantio, aplicou-se herbicida pré-emergente na linha, na dose de 4 L ha⁻¹ e, novamente, formicida líquido (15 mL ha⁻¹ de fipronil).

Com base na análise do solo foram realizadas as adubações de plantio e de cobertura. Na primeira, aplicou-se 30 Kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 60 Kg ha⁻¹ de fósforo (P) e 20 Kg ha⁻¹ de potássio (K), o que equivale a 148,2 g muda⁻¹ de NPK (40,2 g de uréia; 87,0 g de superfosfato triplo; e 21,0 g de cloreto de potássio) distribuídos no sulco de plantio, a uma distância de, aproximadamente, 10 cm nos dois lados da planta. A adubação de cobertura foi realizada 120 dias após o plantio, com aplicação de 20 Kg ha⁻¹ de N, ou seja, 26,4 g de ureia em cada muda.

Ao longo do experimento foi realizado o controle de formigas cortadeiras, por meio da aplicação de formicida líquido quando necessário. Também se executou o controle da matocompetição, realizado por meio de capina manual (coroamento) e capina química, com aplicação de herbicida seletivo para o eucalipto, para o controle de plantas invasoras de folhas estreitas e largas.

A altura da parte aérea (H) e o diâmetro do coleto (DC) foram mensurados bimensalmente (60, 120, 180 e 240 dias após o plantio), sendo possível calcular os respectivos incrementos, que foram avaliados em esquema fatorial (cinco substratos x quatro tempos de avaliação).

Quanto às variáveis fisiológicas, a fluorescência da clorofila *a* foi avaliada aos 60 e aos 240 dias após o plantio em uma planta por tratamento, conforme metodologia descrita anteriormente e, o teor de clorofila total foi obtido em uma planta por tratamento, sendo realizadas duas leituras na terceira folha expandida, aos 240 dias após o plantio. Para isso, utilizou-se um clorofilômetro (clorofiLOG modelo CFL 1030), no qual a unidade de

mensuração obtida é denominada Índice de Clorofila Falker (ICF), produto da emissão de fotodiodos em três comprimentos de onda (635, 660 e 880 nm) (FALKER, 2008).

Tabela 6 – Média de altura (H) e diâmetro do coleto (DC) de mudas de *E. dunnii* no momento do plantio, produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT)

Proporção de caroço de pêssego triturado (%)	CxS		CxT	
	H (cm)	DC (mm)	H (cm)	DC (mm)
80	14,1	2,0	10,3	1,9
60	20,6	2,4	11,8	2,0
40	22,5	2,5	12,8	2,1
20	25,6	2,7	16,4	2,4
0	30,4	3,0	19,0	2,5

Fonte: A autora (2016).

9.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram verificados quanto às pressuposições de normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$) e homogeneidade de variância, pelo teste de Bartlett ($p > 0,05$) e, aqueles que não apresentaram normalidade e/ou homogeneidade de variância foram transformados por Box-Cox. Os dados que não atenderam aos pressupostos após transformação foram analisados por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância e, quando constatada diferença entre os tratamentos pelo teste F, efetuou-se a regressão polinomial a 5% de probabilidade de erro e para as variáveis incremento em altura e incremento em diâmetro do coleto, as análises foram realizadas em esquema bifatorial (substratos x tempos de avaliação). Para as análises utilizou-se o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

Foi realizada a correlação de Pearson (r) a 5% de significância entre os parâmetros morfológicos e as características físicas e químicas dos substratos para o experimento realizado em viveiro, no suplemento Action do Excel.

10 RESULTADOS

10.1 PRODUÇÃO DE MUDAS

A emergência das sementes de *E. dunnii* iniciou aos 12 dias após o semeio e encerrou aos 18 dias. Para os substratos compostos de CxS a emergência média foi de 96,8% e para CxT foi de 89,4%, sendo consideradas elevadas porcentagens.

A análise de variância para os dois grupos de substratos indicou efeito significativo ($p < 0,05$) dos tratamentos para as seguintes variáveis morfológicas: altura, diâmetro do coleto, massa seca aérea, massa seca radicular, massa seca total, volume radicular, comprimento radicular, área foliar, índice de qualidade de Dickson, facilidade de retirada do tubete e agregação das raízes ao substrato. No entanto, a relação entre a altura e o diâmetro do coleto e a relação entre a massa seca aérea e a massa seca radicular não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) (Apêndice F e G). Para os parâmetros fisiológicos houve efeito significativo ($p < 0,05$) dos dois grupos de substratos testados para o rendimento quântico máximo do PSII (Apêndice G).

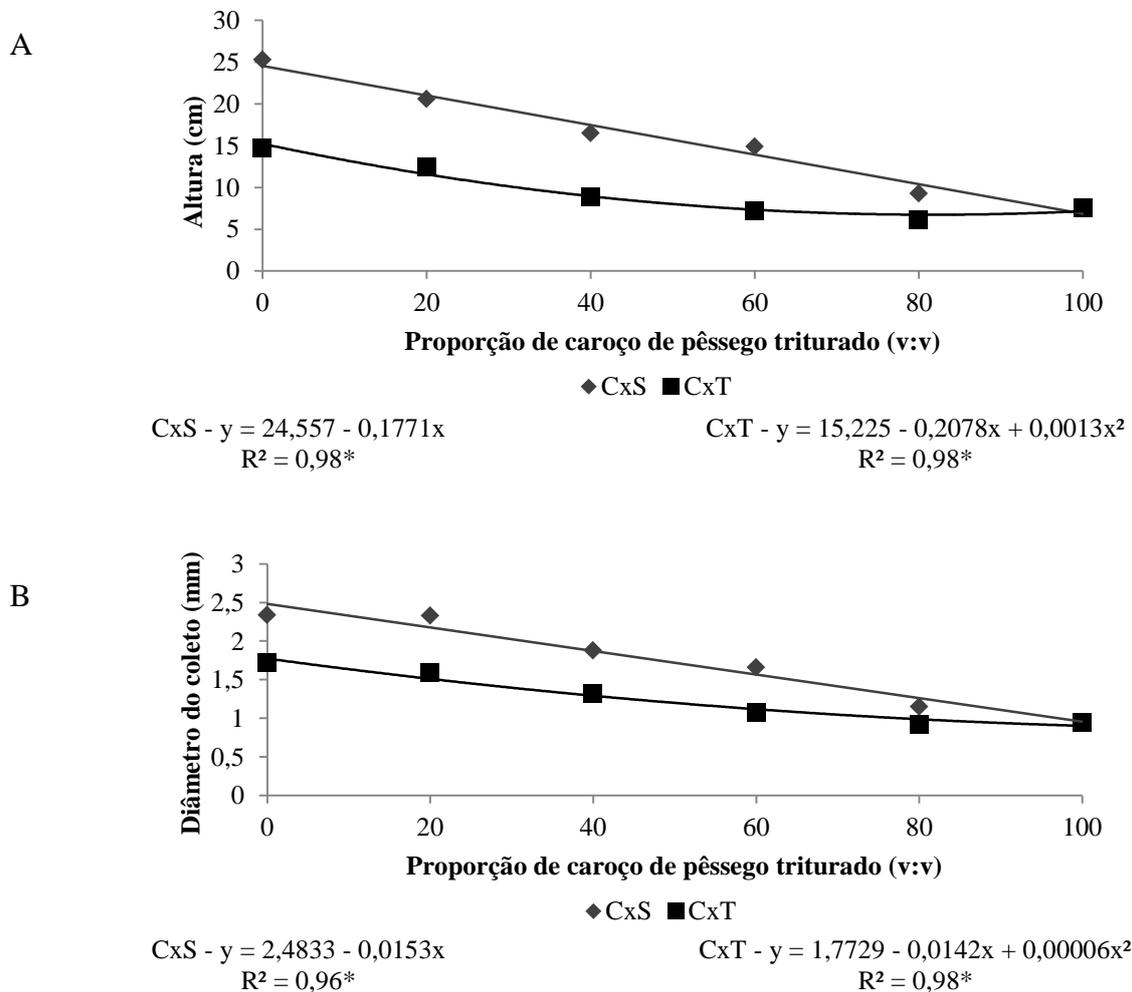
O crescimento em altura foi decrescente à medida que aumentou a proporção de caroço de pêssigo nos substratos, para ambos os grupos de misturas testados (Apêndice H). O comportamento foi linear para os substratos CxS, com a maior e a menor média observada nos tratamentos S100 (25,3 cm) e C100 (7,6 cm), respectivamente, enquanto que para os substratos compostos de CxT o comportamento foi quadrático, onde o T100 proporcionou a maior média de altura (14,7 cm) e o C80T20 a menor média (6,1 cm) (Figura 7A).

Para o diâmetro do coleto a maior média foi obtida no substrato S100 (2,34 mm) para CxS, o qual apresentou comportamento linear decrescente. As mudas produzidas nos substratos CxT exibiram efeito quadrático, com maior média para o T100 (1,72 mm) e menor diâmetro do coleto para C80T20 (0,92 mm) (Figura 7B).

Ao analisar a massa seca das mudas produzidas nos substratos CxS, observou-se que a massa seca aérea e a massa seca total apresentaram comportamento quadrático, onde o substrato S100 proporcionou as maiores médias (0,901 g planta⁻¹ e 1,211 g planta⁻¹, respectivamente), e o C80S20 as menores massas (0,065 g planta⁻¹ para MSA e 0,117 g planta⁻¹ para MST). A massa seca radicular apresentou comportamento linear decrescente, com maior valor de 0,310 g planta⁻¹ (S100) e menor valor de 0,053 g planta⁻¹ (C100) (Figura 8A).

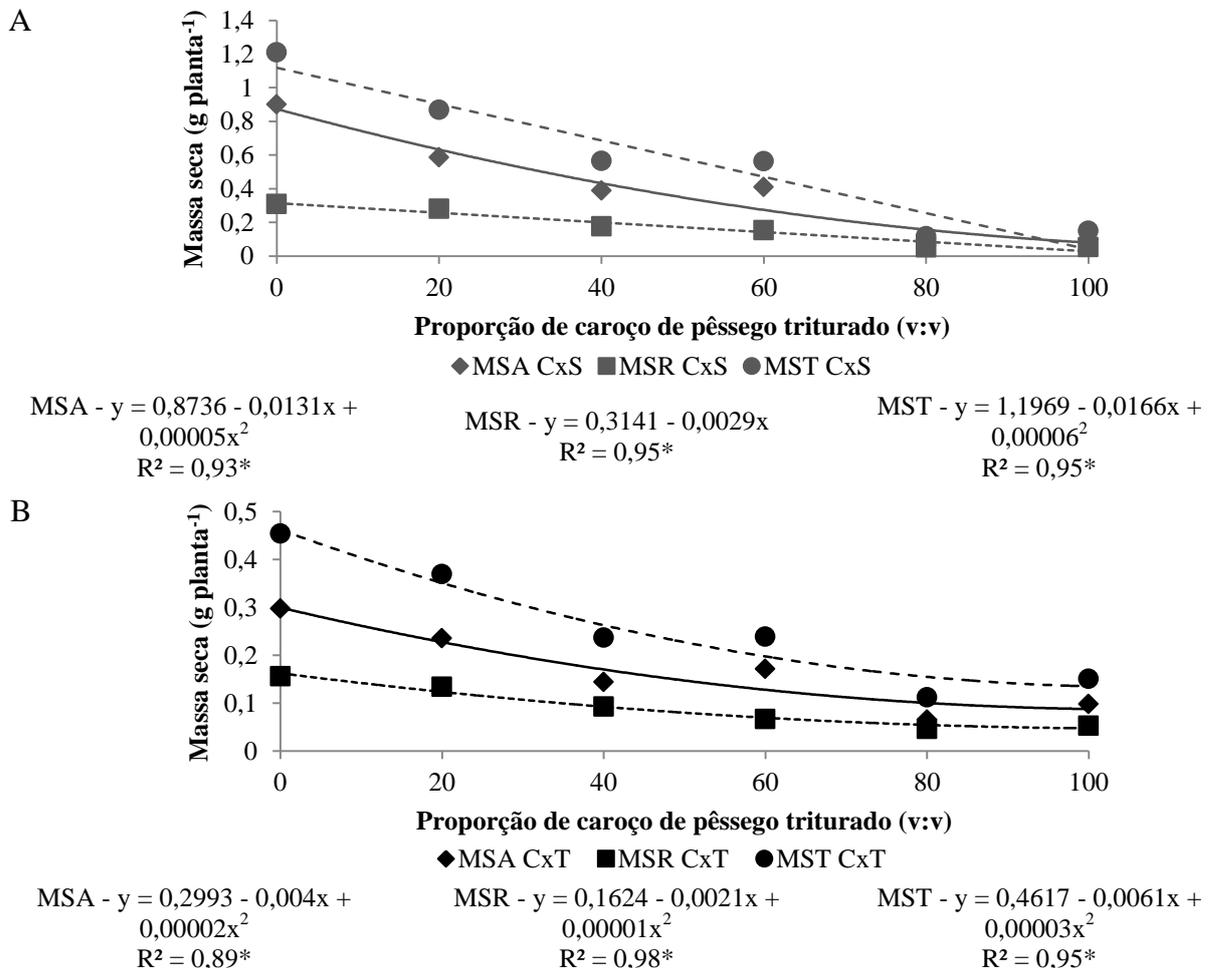
Os substratos CxT apresentaram comportamento quadrático para massa seca aérea, massa seca radicular e massa seca total, sendo que os maiores valores foram observados para o tratamento T100 (0,298 g planta⁻¹; 0,156 g planta⁻¹; 0,454 g planta⁻¹, respectivamente) e as menores médias foram para o substrato C80T20 (Figura 8B).

Figura 7 – Crescimento em altura (A) e diâmetro do coleto (B) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro



Fonte: A autora (2016).

Figura 8 – Massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR) e massa seca total (MST) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) (A) e, caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT) (B), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro

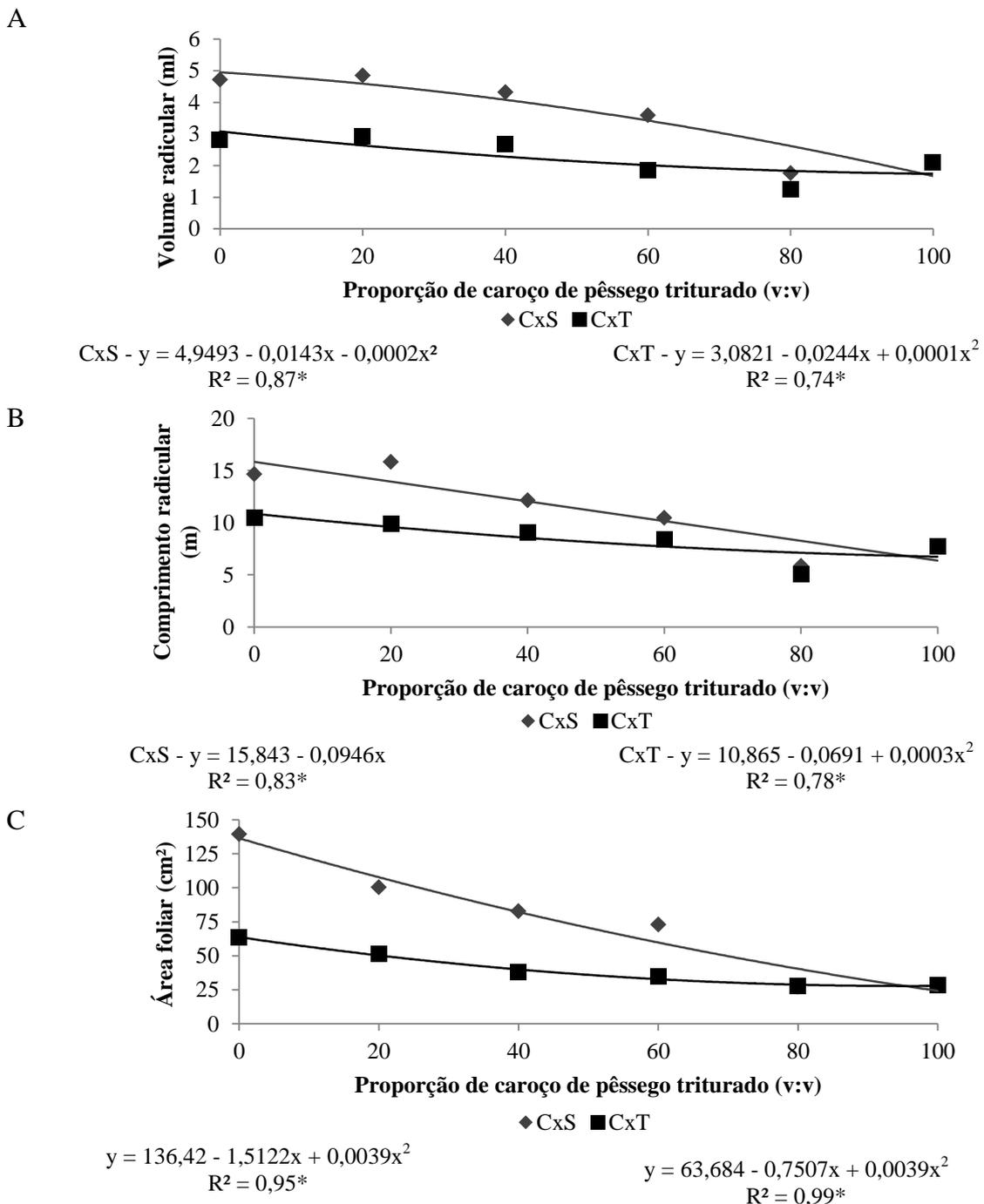


Fonte: A autora (2016).

A equação de regressão que melhor se ajustou ao volume radicular, em ambos os grupos, foi a quadrática, onde a mistura que proporcionou o desenvolvimento de maior volume foi C20S80 (4,84 mL) para CxS e C20T80 (2,91 mL) para CxT, chegando no menor valor de 1,76 mL para o substrato C80S20 e 1,24 mL para o C80T20 (Figura 9A). Verificou-se mesmo comportamento para o comprimento radicular nas mudas produzidas nos substratos CxT, observando-se plantas com sistema radicular de 10,46 m para o T100, enquanto que o comportamento foi linear para o CxS, com maior valor de 15,83 m para o substrato C20S80 (Figura 9B). No que se refere à área foliar, o comportamento foi quadrático decrescente para

os dois grupos, em que as maiores médias foram encontradas para os substratos sem caroço de pêsego, 139,38 cm² para CxS e 63,41 cm² para CxT (Figura 9C).

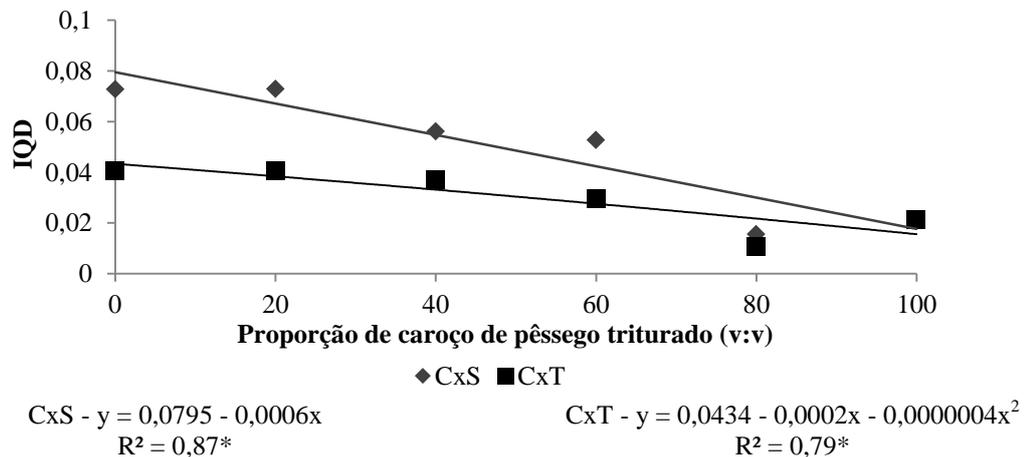
Figura 9 – Volume radicular (A), comprimento radicular (B) e área foliar (C) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro



Fonte: A autora (2016).

Para o índice de qualidade de Dickson, as misturas de substratos CxS apresentaram comportamento linear decrescente com maiores médias para C20S80 (0,073) e menor média para C80S20 (0,016). A mesma tendência foi observada para o maior valor obtidos em CxT, ou seja, C20T80 (0,041), bem como para o menor valor de 0,0107 (C80T20), no entanto, a equação que melhor se ajustou à esse grupo de mistura foi a quadrática decrescente (Figura 10).

Figura 10 – Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro



Fonte: A autora (2016).

Para todos os parâmetros analisados obteve-se maiores médias nos substratos CxS. Em média, as variáveis desse grupo tiveram valores 41,7% superiores em relação ao CxT, destacando-se a massa seca aérea, que foi 56,7% maior para as misturas de substrato comercial a base de composto orgânico e caroço de pêssigo triturado.

Em relação à agregação das raízes ao substrato, os tratamentos que obtiveram maiores notas foram S100 (9,4) para CxS e T100 (8,6) para CxT e, a menor nota atribuída foi para o tratamento com 100% de caroço de pêssigo triturado. No Apêndice I é possível observar as características da agregação das raízes para as notas de 0 a 10. Nesse mesmo contexto está a facilidade de retirada das mudas do tubete, que para os dois grupos os tratamentos sem caroço de pêssigo triturado e com 20% desse material tiveram as maiores notas, diferindo apenas de

C100 que teve a menor nota (Tabela 7), caracterizada pelo rompimento das raízes no momento da retirada da muda (Apêndice J), impossibilitando a sua utilização em um plantio a campo.

Tabela 7 – Agregação das raízes ao substrato (AGR) e facilidade de retirada do tubete (FRT) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro

	Tratamento	AGR	FRT
CxS	C100	0 c*	0 b*
	C80S20	2,2 bc	1,5 ab
	C60S40	5,5 ac	3,5 ab
	C40S60	5,2 ac	6,4 ab
	C20S80	7,5 ab	8,6 a
	S100	9,4 a	9,0 a
CxT	C100	0 b	0 b
	C80T20	2,7 ab	3,6 ab
	C60T40	4,5 ab	7,5 ab
	C40T60	5,7 ab	9,0 a
	C20T80	6,9 a	9,0 ab
	T100	8,6 a	9,4 a

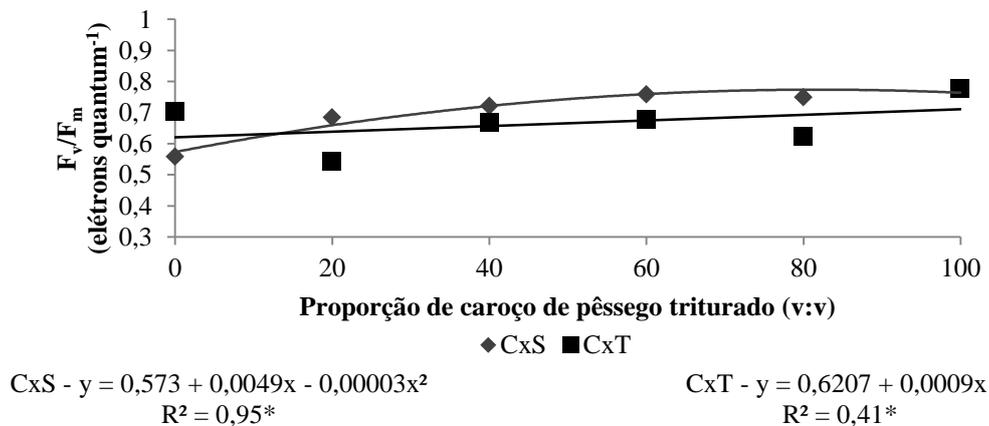
*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$), H crítico de 14,676. Fonte: A autora (2016).

Quanto ao rendimento quântico máximo do PSII (F_v/F_m) o comportamento foi quadrático para CxS, onde valores semelhantes foram obtidos nos substratos formados com 40% até 100% de caroço, com maior média de 0,78 para C100 e menor média de 0,56 para S100. Para as misturas do CxT, essa variável teve comportamento linear crescente e os maiores valores foram obtidos nos substratos com maior proporção de caroço de pêsego triturado, com maior média de 0,78 para C100 (Figura 11).

Ao correlacionar as características físicas e químicas dos substratos (Apêndice K) e os parâmetros morfológicos, verificou-se que a densidade teve correlação negativa com o crescimento das mudas e, quanto maior a densidade, menor a qualidade do torrão formado (-0,90* para CxS e -0,98* para CxT) e maior a dificuldade de retirar a muda do tubete (-0,94* para CxS e -0,90* para CxT). Mesma tendência foi observada para o espaço de aeração, que quanto maior seu valor, menor o crescimento e menor a AGR (-0,91* para CxS e -0,86* para CxT) e FRT (-0,96* para CxS e -0,84* para CxT). Por outro lado, maiores valores de

porosidade total e de água facilmente disponível, proporcionam maior qualidade e crescimento às mudas de *E. dunnii* (Apêndice L e M).

Figura 11 – Rendimento quântico máximo do PSII (F_v/F_m) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT), aos 60 dias após emergência, na fase de viveiro



Fonte: A autora (2016).

10.2 CRESCIMENTO INICIAL A CAMPO

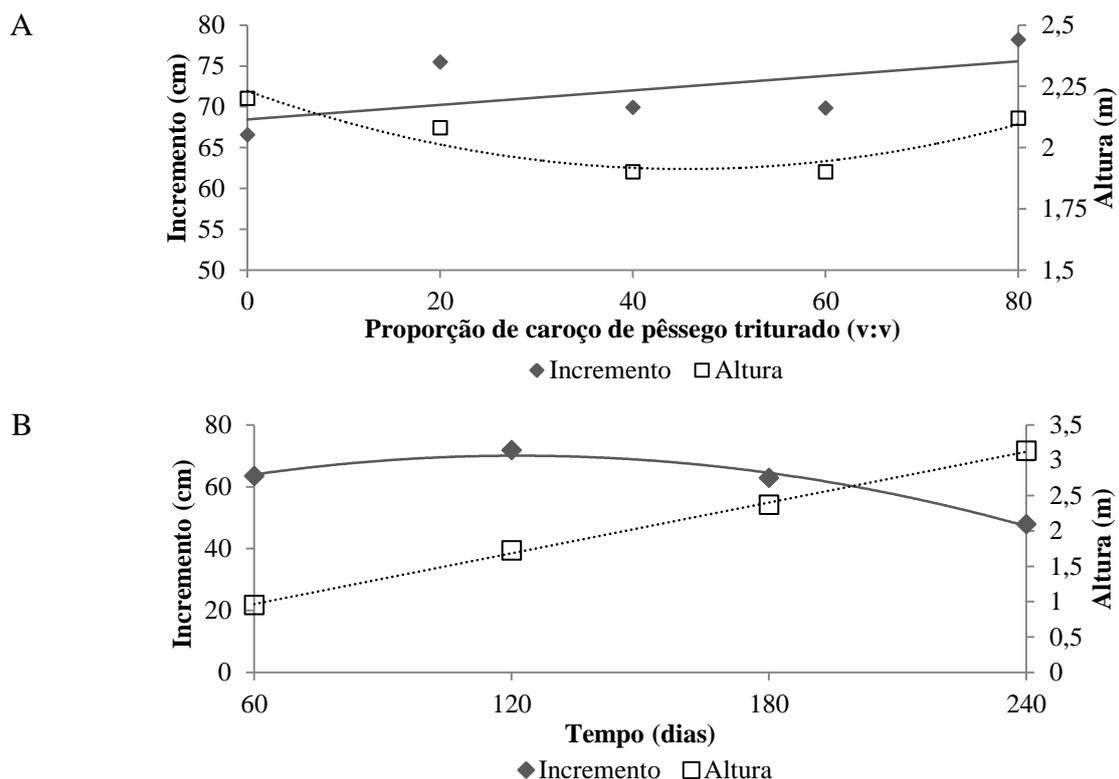
A sobrevivência das mudas do grupo CxS teve média de 96,7% aos 30 dias após o plantio e 87,8% ao final do experimento, e no tratamento com 40% de caroço de pêsego triturado foi observada a maior porcentagem de plantas vivas aos 240 dias após o plantio. Para as mudas produzidas nos substratos CxT a média de sobrevivência 30 dias após o plantio foi de 95,6% e aos 240 dias foi de 82,2%, com maior porcentagem para o tratamento T100.

Para as misturas de CxS não houve interação (substrato x tempo) para as variáveis incremento em altura e incremento em diâmetro do coleto, apenas efeito significativo ($p < 0,05$) do fator tempo para o incremento em diâmetro do coleto (Apêndice N). Apesar de não haver significância ($p < 0,05$) de nenhum dos fatores para o incremento em altura, observa-se que as mudas produzidas com 80% de caroço de pêsego triturado tiveram maior incremento (78,0 cm) em relação aos demais substratos, embora a maior altura tenha sido obtida no tratamento sem esse material ($2,20 \pm 1,1$ m) contrapondo o obtido por C80S20 com $2,12 \pm$

0,90 m (Figura 12A). Ainda para essa variável, houve redução do incremento após os 180 dias, mediada pelo período de inverno (Figura 12B).

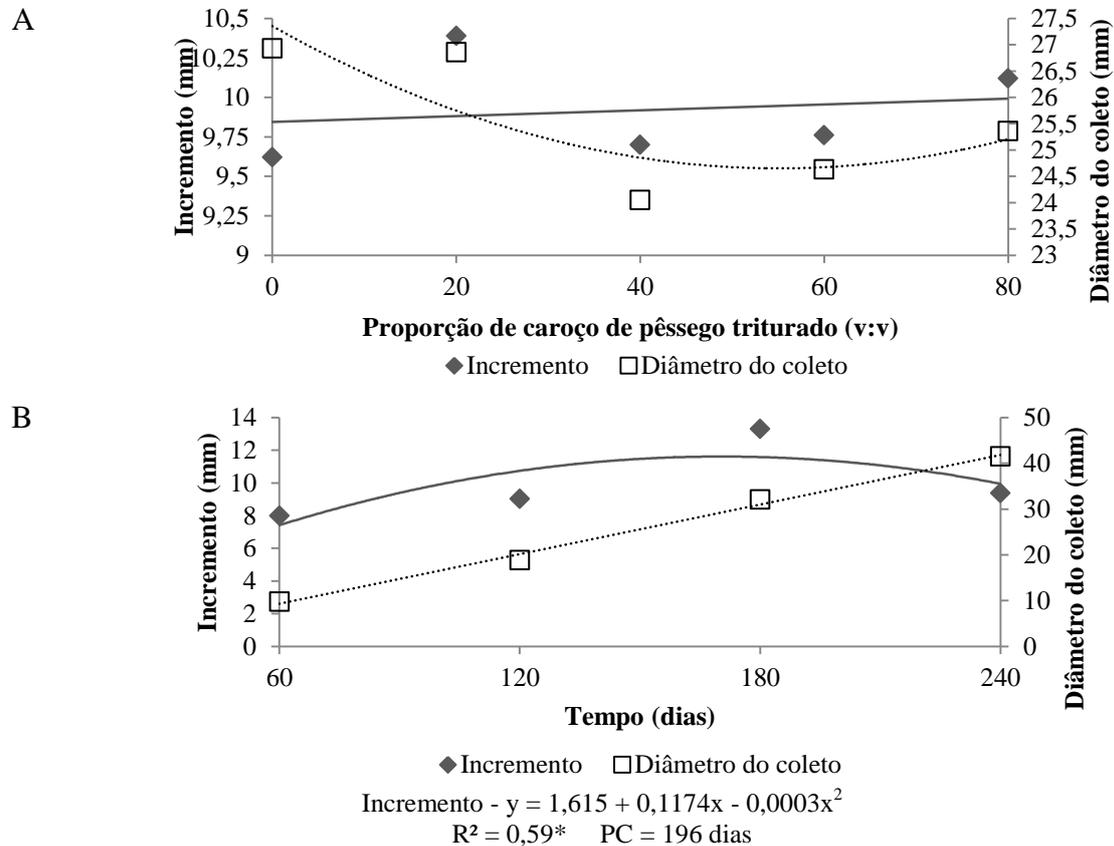
O incremento em diâmetro do coleto seguiu a mesma tendência dos valores observados para o diâmetro do coleto, exceto para o substrato S100 que teve maior DC (26,9 mm) e menor incremento (9,62 mm) em relação aos demais substratos, apesar de não ter efeito significativo desse fator (Figura 13A). O incremento em função do tempo foi crescente até atingir o ponto crítico aos 196 dias, com comportamento quadrático (Figura 13B), resposta do período que antecedeu o inverno na região.

Figura 12 – Incremento em altura e altura de mudas de *E. dunnii*, em função de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) (A) e dos tempos de avaliação (B), no plantio a campo



Fonte: A autora (2016).

Figura 13 - Incremento em diâmetro do coleto e diâmetro do coleto de mudas de *E. dunnii*, em função de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) (A) e dos tempos de avaliação (B), no plantio a campo



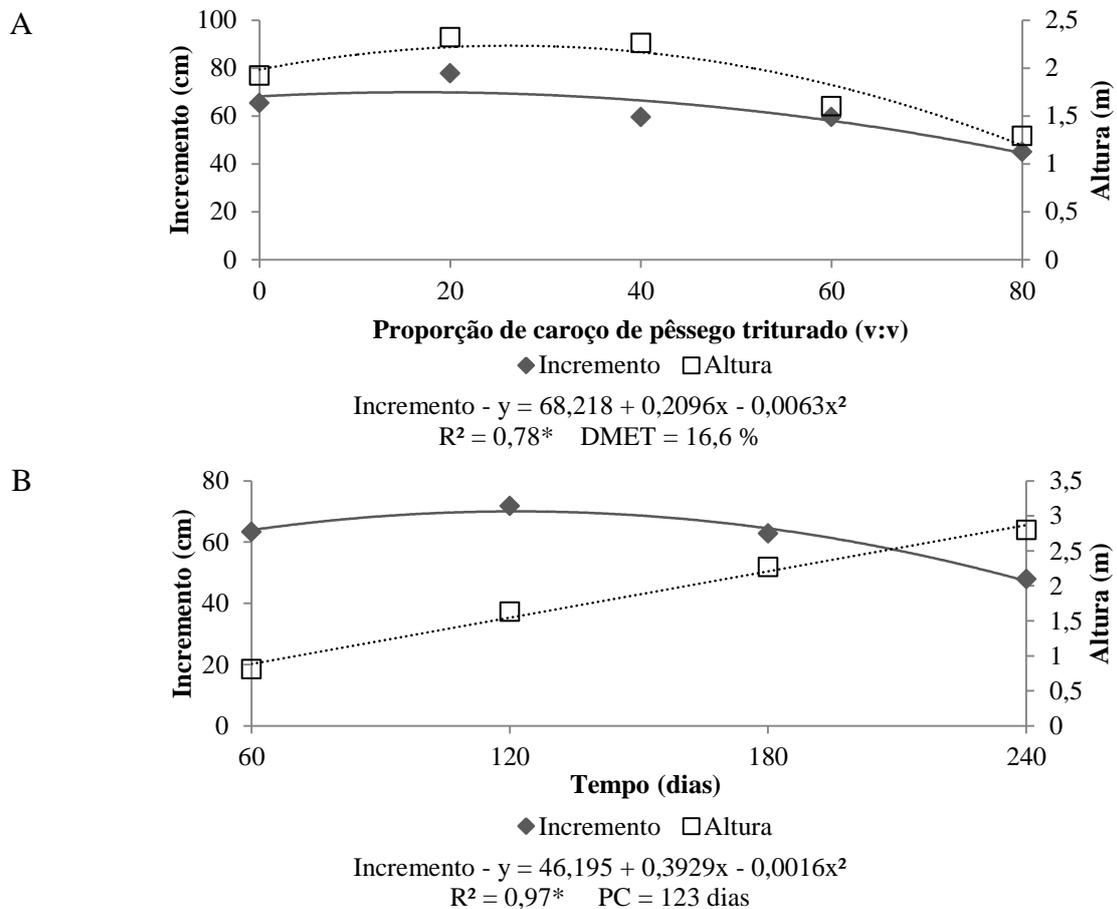
Fonte: A autora (2016).

Para as misturas de CxT não houve interação (substrato x tempo) para as variáveis incremento em altura e incremento em diâmetro do coleto, apenas efeito significativo ($p < 0,05$) dos fatores isolados (Apêndice O). O incremento em altura em função dos substratos teve comportamento quadrático, com DMET de 16,6% de caroço de pêssigo triturado, além de ter menor valor tanto de incremento (45,0 cm) quanto de altura (1,29 m) para C80T20 (Figura 14A). Em função do tempo, o incremento em altura teve valores crescentes até 123 dias, coincidindo com o período do final do verão, decrescendo até o fim do experimento (Figura 14B).

As médias de incremento em diâmetro do coleto foram crescentes até C40T60 (12,12 mm), decresceram até o seu mínimo de 6,02 mm no substrato C80T20, o qual teve também valor reduzido de diâmetro do coleto (20,3 mm), além disso, a DMET estimada foi de 29,6%

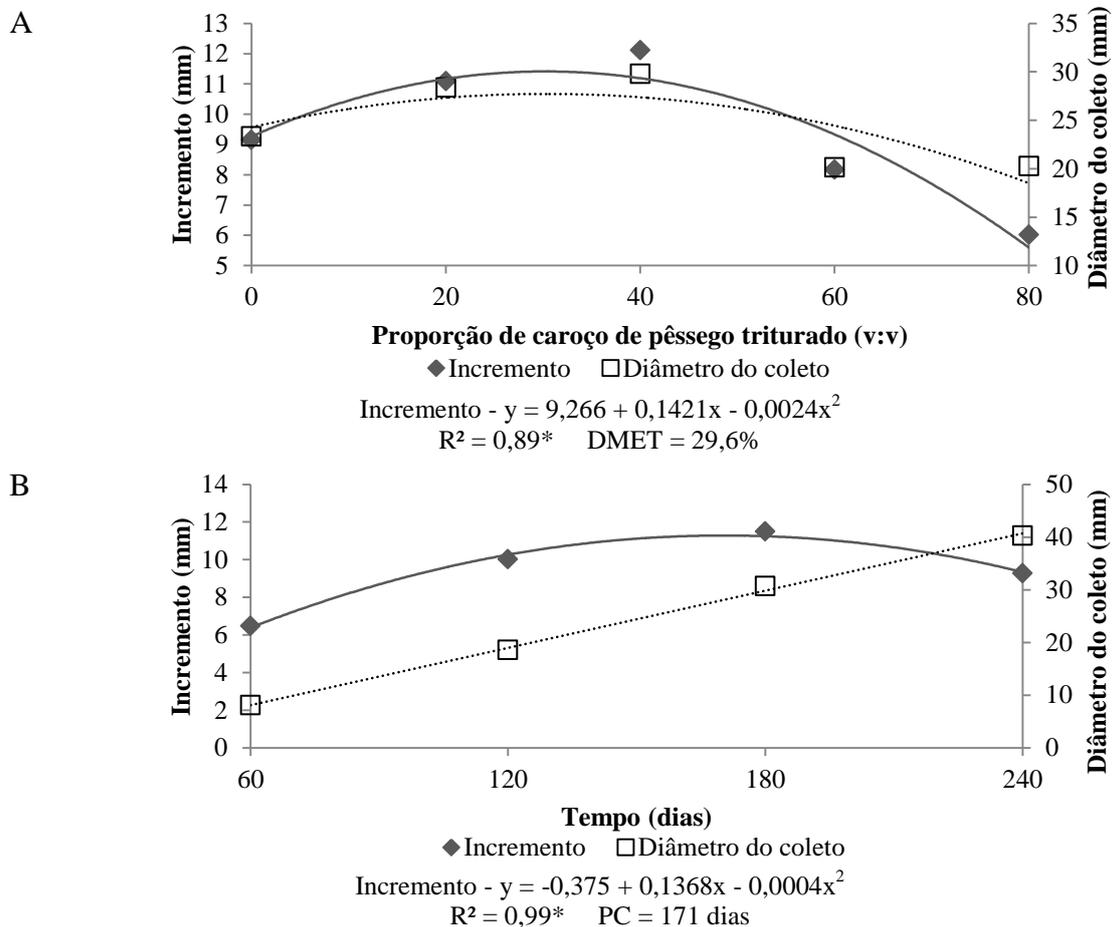
de caroço de pêsego triturado (Figura 15A). Em função do tempo, essa variável teve valor máximo estimado aos 171 dias, voltando a reduzir até a última avaliação (Figura 15B).

Figura 14 - Incremento em altura e altura de mudas de *E. dunnii*, em função de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e turfa (CxT) (A) e dos tempos de avaliação (B), no plantio a campo



Fonte: A autora (2016).

Figura 15 - Incremento em diâmetro do coleto e diâmetro do coleto de mudas de *E. dunnii*, em função de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssigo triturado e turfa (CxT) (A) e dos tempos de avaliação (B), no plantio a campo

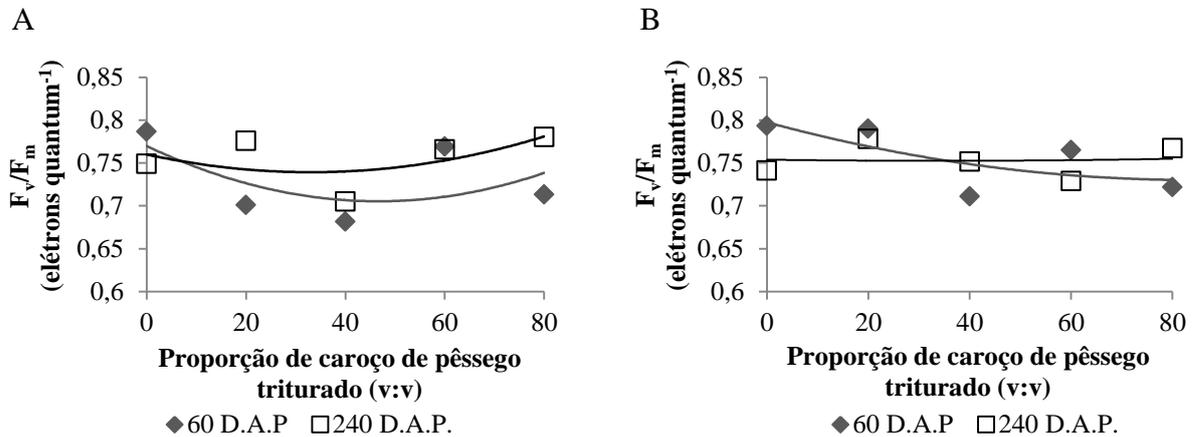


Fonte: A autora (2016).

No Apêndice P é possível observar a evolução do crescimento das mudas de *E. dunnii* durante o experimento, 60, 120, 180 e 240 dias após o plantio (D.A.P.), e também a situação das plantas após 380 D.A.P.

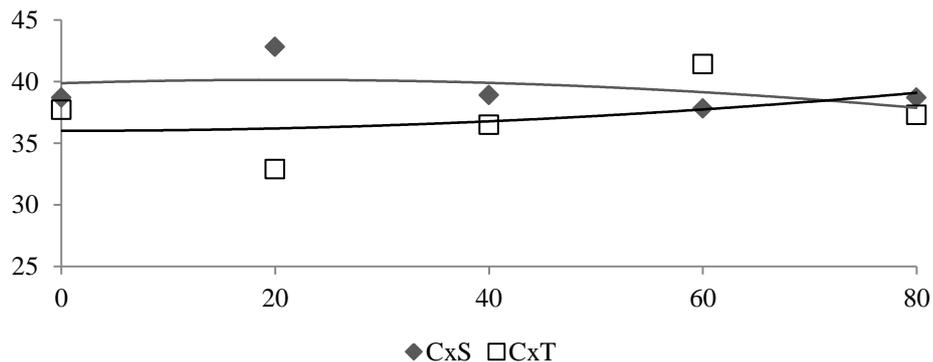
Para os parâmetros fisiológicos não houve efeito significativo ($p < 0,05$) dos dois grupos de substratos testados para o rendimento quântico máximo do PSII (Figura 16) e clorofila total em nenhuma das avaliações realizadas (Apêndice L). Os valores de clorofila total foram semelhantes em todos os tratamentos, para os dois grupos de mistura. No entanto, o maior valor de índice de clorofila Falker foi obtido no tratamento com 20% de caroço de pêssigo triturado (42,8), para CxS, e no tratamento com 60% (41,4), para CxT (Figura 17).

Figura 16 - Rendimento quântico máximo do PSII (F_v/F_m) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) (A) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT) (B), 60 e 240 dias após o plantio (D.A.P.) a campo



Fonte: A autora (2016).

Figura 117 – Índice de clorofila Falker de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT), 60 e 240 dias após o plantio (D.A.P.) a campo



Fonte: A autora (2016).

11 DISCUSSÃO

O menor crescimento e desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus dunnii* observado nos substratos com maior proporção de caroço de pêssgo triturado (C) pode estar relacionado ao fato desse material aumentar o espaço de aeração e, conseqüentemente, reduzir a capacidade de retenção de água (CRA) do meio, o que possivelmente está associado à elevada demanda hídrica da espécie, conforme descrito por Navroski et al. (2014). Fato contrário ocorre com a turfa (T) e com o substrato comercial a base de composto orgânico (S), que proporcionaram maiores valores de CRA e água facilmente disponível (Apêndice K).

A superioridade do grupo CxS que, de forma geral, proporcionou melhores resultados para as variáveis analisadas em comparação às misturas CxT, principalmente nos tratamentos sem ou com menor proporção de caroço de pêssgo triturado, justifica-se pela pronta liberação de nutrientes presente no substrato comercial a base de composto orgânico, ao contrário da turfa, que dependia do fertilizante de liberação controlada (FLC). Porém, o FLC possui baixa liberação de nutrientes em temperaturas abaixo de 21 °C, condição presente no período do experimento, considerando que as mudas foram produzidas entre o mês de junho (final do outono) e setembro (final do inverno).

Os parâmetros que definem a qualidade das plantas no viveiro são baseados, principalmente, em características morfológicas (STAPE; GONÇALVES; GONÇALVES, 2001). Entre eles a altura e o diâmetro do coleto são amplamente utilizados para a classificação e seleção de plantas e, apenas os substratos do grupo CxS com até 40% de caroço de pêssgo triturado proporcionaram a altura mínima indicada para o plantio, que segundo Wendling e Dutra (2010) é de 15 cm. O diâmetro do coleto indicado para o plantio, de acordo com os mesmos autores, é de 2 mm e foi observado nos tratamentos com até 60% de caroço de pêssgo triturado. Para o grupo CxT nenhum dos tratamentos proporcionou valores dentro do recomendado.

Resultados semelhantes para altura e diâmetro do coleto foram encontrados por Kratz e Wendling (2013), onde substratos compostos por casca de arroz carbonizada de maiores granulometrias (íntegra ou sem peneiramento, entre 1-2 mm e maior de 2 mm), combinadas ou não com fibra de coco, proporcionaram menor crescimento às mudas de *E. dunnii* em relação aos substratos compostos por casca de arroz carbonizada de menores granulometrias (entre 0,5-1 mm e <0,5 mm). Isso pode estar associado ao aumento da macroporosidade conferida pelo material de maiores dimensões, a qual resultou em correlação negativa com as variáveis biométricas analisadas pelos autores, condição semelhante ao espaço de aeração que

está correlacionada negativamente com os parâmetros de crescimento avaliados no presente estudo para as misturas CxS.

A adição de uma fonte orgânica ao substrato proporciona maior retenção de água, melhora a aeração das raízes e disponibiliza nutrientes às mudas (ARAÚJO; SOBRINHO, 2011), enquanto o caroço de pêssego triturado aumenta a aeração do meio, mas não possui essas características devido a sua estrutura rígida e estável. Desse modo, em primeira análise sugere seu uso apenas como componente secundário, sendo que em altas proporções reduz a água facilmente disponível à planta (Apêndice K), reduzindo a produção de biomassa seca aérea e radicular das mudas, bem como área foliar, volume e comprimento radicular, os quais tiveram correlação negativa (Apêndice L e M) com o aumento da densidade e do espaço de aeração.

O substrato (componentes físico, químico e biológico), além da qualidade das sementes, está diretamente relacionado com o desenvolvimento das raízes, sendo de suma importância a avaliação das mesmas para assegurar melhor desempenho das mudas no campo (CARNEIRO, 1995). Além das raízes, o peso seco total da planta é referenciado como uma medida fundamental de crescimento, uma vez que representa o ganho líquido em fotoassimilados e é, portanto, a diferença entre a produção metabólica bruta e as perdas devido à respiração (ARMSON; SADREIKA, 1979).

O IQD é considerado medida morfológica que leva em consideração diversas características importantes, conferindo a robustez e o equilíbrio da distribuição das massas (BINOTTO; LÚCIO; LOPES, 2010). De forma geral, quanto maior seu valor melhor a qualidade da muda, portanto, maiores proporções de caroço de pêssego triturado reduzem a qualidade das mesmas.

Gomes e Paiva (2011) recomendam que o IQD deva ter o valor mínimo de 0,20, porém, pode variar entre espécies já que para *E. dunnii* a média geral dessa variável foi de $0,05 \pm 0,02$ (CxS) e $0,03 \pm 0,01$ (CxT), semelhante ao encontrado por Navroski et al. (2015), que observaram valores de IQD entre 0,04 e 0,08 em mudas de *E. dunnii* produzidas sob diferentes doses de polímero hidro retentor aos 90 dias. Mudas produzidas no tratamento S100 proporcionaram resultados adequados para as variáveis avaliadas e IQD de 0,07, o qual pode indicar alta qualidade para essa espécie.

Em relação à agregação das raízes ao substrato (AGR) e facilidade de retirada da muda do tubete (FRT), os quais estão correlacionados com os parâmetros radiculares, o caroço de pêssego triturado reduziu a qualidade do torrão das mudas e dificultou a retirada das mesmas. Kratz et al. (2013) observaram que o enraizamento muito elevado de mudas de *E. benthamii*

dificultou a extração da muda do recipiente, haja visto a maior compactação proporcionada devido à maior massa confinada dentro de um mesmo volume. No entanto, o efeito contrário observado nesse estudo, ou seja, o menor volume de raízes, também dificulta a extração da muda, visto que fragiliza a planta possibilitando o rompimento do sistema radicular, dificultando o uso das mesmas no plantio a campo.

A concentração de nutrientes (Apêndice K), de forma geral, possui correlação positiva com a AGR e a FRT. Assim, um substrato com adequado teor de nutrientes disponíveis para as plantas, proporciona melhor crescimento radicular e, conseqüentemente, facilita o processo de expedição e plantio das mudas, considerando que a maior AGR reduz a exposição das raízes ao ar e a maior FRT aumenta o rendimento das operações no campo.

Apesar do caroço de pêssgo reduzir os valores dos parâmetros morfológicos no viveiro, não houve prejuízo ao processo fotossintético das plantas produzidas com maior proporção (100%, 80% e 60%) desse material no grupo CxS (Figura 12). O rendimento quântico do PSII mostra a capacidade com que a luz absorvida pelas moléculas de clorofila consegue reduzir a quinona A (Qa), a qual atua na transferência de elétrons. Assim, os valores desta variável em torno de 0,75 a 0,85 elétrons quantum⁻¹ mostram 75 a 85% de probabilidade de que um fóton absorvido consiga reduzir Qa, valores estes que mostram elevada eficiência do aparato fotossintético associado ao PSII (STRASSER; STRASSER, 1995).

Para CxT apenas C100 proporcionou rendimento quântico do PSII dentro da faixa ideal (Figura 12). Valores inferiores a 0,75 elétrons quantum⁻¹ para essa variável foram observados para as misturas de CxT, com menor valor de 0,54 elétrons quantum⁻¹ (C20T80), e para os tratamentos com 40% ou menos de caroço de pêssgo triturado no grupo CxS, com menor valor de 0,56 elétrons quantum⁻¹ para S100, indicando uma possível situação de estresse e redução do potencial fotossintético nas plantas (SILVA et al., 2015), porém, no presente estudo, essa variação da relação F_v/F_m não expressou dano ao desenvolvimento das mudas no viveiro.

A maioria das pesquisas que avaliam o efeito de determinado tratamento na produção de mudas não contemplam a fase de plantio a campo, podendo gerar conclusões equivocadas, pois nem sempre o melhor crescimento das mudas em viveiro é o responsável pelo melhor desempenho da planta em campo (VALLONE et al., 2009; LANDIS, 2009). Essa característica foi observada nesse estudo para as misturas CxS, onde o maior incremento em altura após o plantio foi para o substrato com 80% de caroço de pêssgo triturado, apesar da menor qualidade da muda. Isso sugere seu potencial de uso como substrato, inclusive como componente principal, pelo fato de não prejudicar o desenvolvimento morfológico e

fisiológico, bem como o estabelecimento dessas plantas no campo e permitir economia na fase de produção de mudas.

Por outro lado, uma característica que não pode ser negligenciada está relacionada à estrutura da muda, principalmente ao “torrão” formado pelas raízes em associação ao substrato, considerando que as plantas produzidas com maior proporção de caroço de pêssego triturado exigiram grande cuidado de manuseio no momento do plantio. A necessidade de maior atenção com essas mudas é devido ao fato desses substratos proporcionarem menor índice de agregação, ocasionando o fácil rompimento das raízes quando a muda é retirada do recipiente (Tabela 7), além da maior exposição de raízes ao ressecamento. Nesse sentido, o viveiro deverá alertar o silvicultor da necessidade de pessoal treinado para o plantio e menor rendimento operacional no campo, visando evitar reduzida sobrevivência e menor crescimento das mudas.

Por isso, avaliações em campo são necessárias para confirmar as diferenças nos métodos de produção de mudas em viveiro, podendo-se relacionar os parâmetros que representam mudas de qualidade em ambas as situações (GASPARIN et al., 2014). Além disso, a sobrevivência e o desenvolvimento das plantas no campo dependem das interações entre os atributos das mesmas e dos componentes ambientais do local (STAPE; GONÇALVES; GONÇALVES, 2001).

Resultados em viveiro sugerem, a partir de variáveis morfológicas e fisiológicas, a melhoria da qualidade de mudas sob menor custo, porém ressalta-se a importância dessa definição após confirmação no campo, pois de acordo com Rocha et al. (2013) o aumento da porcentagem de sobrevivência decorre do uso de mudas de melhor padrão de qualidade. Nesse contexto, destaca-se que além da qualidade da muda, são necessários planejamento e condução tecnicamente adequada no campo, o que no presente estudo, certamente proporcionou as respostas que superaram os resultados obtidos no viveiro e, conseqüentemente, possibilitou identificar a possibilidade de se reduzir o custo das mudas.

A partir disso, é possível fazer uma análise econômica identificando qual procedimento é mais vantajoso ao empreendimento, tendo em vista que ao reduzir o custo de substrato pelo aumento da proporção de caroço de pêssego, o rendimento do plantio no campo reduzirá, devido à necessidade de maior cuidado no plantio. Dessa forma, identifica-se que: a) o aproveitamento do resíduo do caroço de pêssego é promissor para compor misturas de substrato e deve ser mais detalhadamente estudado, quanto a aspectos como diferentes granulometrias; b) esse resíduo pode ser misturado na proporção de até 30% com materiais

como turfa e 20% em substrato a base de composto orgânico, mantendo-se a qualidade das mudas no viveiro e agilidade das operações de plantio em reflorestamentos.

12 CONCLUSÕES

A ausência de caroço de pêsego triturado nos substratos proporcionou o melhor desenvolvimento das mudas em viveiro.

Apesar disso, o caroço de pêsego triturado pode ser utilizado como componente de substrato em todas as proporções de mistura com substrato comercial a base de composto orgânico para produção de mudas de *E. dunnii*, sem interferir no seu desenvolvimento a campo, porém com proporções superiores a 20% a muda apresenta maior dificuldade de ser retirada do tubete e menor agregação, reduzindo o rendimento das operação no campo.

Em mistura com turfa marrom, recomenda-se utilizar proporções entre 15% a 30% de caroço de pêsego triturado, permitindo melhor crescimento das mudas de *E. dunnii* no viveiro e bom desempenho após plantio no campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012**, Brasília, 2013.

AFONSO, M. V. et al. Composição do substrato, vigor e parâmetros fisiológicos de mudas de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1019-1026, 2012.

AKLIBASINDA, M. et al. Effects of different growing media on scotch pine (*Pinus sylvestris*) production. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 21, n. 3, p. 535-541, 2011.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Fast Track, 2013.

ARMSON, K. A.; SADREIKA, V. Forest tree nursery soil management and related practice. **Ontario Ministry of Natural Resources**, Ontario, 1979.

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. (Eds.). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: SBCS, 2006, p. 253-280.

ARAÚJO, A. P.; SOBRINHO, S. P. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium Contortisiliquum*) (vell.) morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.35, n.3, Edição Especial, p.581-588, 2011.

ARENAS, M. et al. Coir as na alternative to peat in media for tomato transplant production. **Hort Science**, v. 37, n. 2, p.309-312, 2002.

BATISTA, A. F. et al. Influência da arquitetura foliar de miniestacas na propagação clonal de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 38, n. 5, p. 819-827, 2014.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus spp*. In: GONÇALVES, J. L. DE M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, IPEF - Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, 2000. p. 105-133.

BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da. Nutrição, adubação e calagem para *Eucalyptus*. In: FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da. **Formação de povoamentos florestais**. Colombo, PR: Embrapa, 2008. 109p.

BENSON, J. S.; HAGER, T. C. The distribution, abundance and habitat of *Eucalyptus dunnii* (Myrtaceae) (Dunn's White Gum) in New South Wales. **Cunninghamia**, v. 3, n. 1, p. 123-145, 1993.

BILLARD, C. E.; LALLANA, V. H. Multiplicación in vitro de *Eucalyptus dunnii*. **Ciencia, Docência y Tecnología**, Córdoba, ano 16, n. 30, p. 200-206, 2005.

BINOTTO, A. F.; LÚCIO, A. D.; LOPES, S. J. Correlations between growth variables and the dickson quality index in forest seedlings. **Cerne**, v.16, n.4, p.457-464, 2010.

BJÖRKMAN, O.; POWLES, S. B. Inhibition of photosynthetic reactions under water stress: interaction with light level. **Planta**, v. 161, p. 490-504, 1984.

BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R. et al. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrument. **Functional Ecology**, v.3, p.497-514, 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução normativa SDA n. 17. Métodos analíticos oficiais para análise de substratos para plantas e condicionadores de solo. Diário Oficial da União, Brasília, DF (2007 maio 24).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa Nº 31. Altera os subitens 3.1.2, 4.1 e 4.1.2, do Anexo à Instrução Normativa SDA nº 17, de 21 de maio de 2007. Diário Oficial da União, Brasília, DF (2008 outubro 23).

BUNT, A. C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 37, p. 1954-1965, 1974.

BUNT, A. C. Physical properties of mixtures of peats and minerals of diferente particle size and bulk density for potting substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 150, p. 143-153, 1984.

BURÉS, S. **Substratos**. Madrid: Ediciones Agrotécnicas S. L., 1997. 341p.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 155-163, abr./jun., 2013.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando lodo de esgoto, fibra de coco e palha d café *in natura*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 2, p. 195-206, 2014.

CARLILE, W. R. The use of composted materials in growing media. **Acta Horticulturae**, v. 779, p. 321-327, 2008.

CALORI, J. V.; KIKUTI, P. **Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus dunnii* aos 20 anos de idade**. In: Eucalypts: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts. Salvador, Brasil. 24-29 de agosto. 1997. p. 321-326.

CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995.

CHONG, C. Experiences with wastes and composts in nursery substrates. **Hort Technology**, n. 15, p. 739-747, 2005.

COUTO, L.; NICHOLAS, I.; WRIGHT, L. Short rotation eucalypt plantations for energy in Brazil. **IEA Bioenergy**, v. 43, n. 02, 2011.

CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do RS e SC**. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004. 394p.

DACOSTA, L. P. E. Nutrição em viveiros florestais. In: HOPPE, J. M. et al. **Produção de sementes e mudas florestais**. Caderno Didático nº 1.2. ed. Santa Maria, RS: UFSM: 2004, 402 p.

DAUDT, R. H. S.; GRUSZYNSKI, C.; KÄMPF, A. N. Uso de resíduos de couro *wet-blue* como componente de substrato para plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 91-96, 2007.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros Florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. (Eds). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. 1 ed. Lavras: UFLA, 2008. p 83-124.

DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 1 ed., 2008. 175 p.

DELARMELINA, W. M. et al. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.26, p.37-44, 1972.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, n. 8, p. 10-13, 1960

DINIZ, J. et al. Poder calorífero da casca de arroz, caroço de pêsego, serragem de eucalipto e de seus produtos de hidrólise. **Ciência e Natura**, UFSM, v. 26, n. 2, p. 25-32, 2004.

DUMROESE, R. K. et al. Pelleted biochar: chemical and physical properties show potential use as a substrate in container nurseries. **Biomass and Bioenergy**, v. 35, p. 2018-2027, 2011.

EHLERS, T.; ARRUDA, G. O. S. F. de. Utilização do pó de basalto em substratos para mudas de *Eucalyptus grandis*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2014.

EVANS, M. R.; GACHUKIA, M. Fresh parboiled rice hulls serve as an alternative to perlite in greenhouse crop substrates. **Hort Science**, v. 39, n. 2, p. 232-235, 2004.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA Ltda. Manual do medidor eletrônico de teor de clorofila (ClorofiLOG/ CFL 1030). Falker Automação Agrícola, Porto Alegre, Ver. B. 2008. 33p.

FAO, 2014. Disponível em: <https://www.fao.org.br/>. Acesso em: 28 set. 2015.

FARIAS, W. C. de et al. Caracterização física de substratos alternativos para produção de mudas. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 8, n. 3, p. 1-5, 2012.

FENILLI, T. A. B.; SCHORN, L. A.; NASATO, S. K. Utilização do pó de fumo no substrato para produção de mudas de tucaneira. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 183-190, 2010.

FERMINO, M. H. O. Uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A.M.C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, p.29-37, 2002.

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização de física de substratos**. 89 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FERMINO, M. H.; KÄMPF, A. N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 1, 2012.

FERMINO, M. H. **Substratos: composição, caracterização e métodos de análise**. Guaíba: Agrolivros, 2014. 111p.

FERMINO, M. H. et al. Fibra de palmeira como substrato para hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n.4, 2014.

FERMINO, M. H.; TREVISAN, M.; BUSNELLO, Â. C. Cascas de tungue e de noz peca como alternativa de substrato para horticultura. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 459-464, 2015.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises estatísticas e ensino de estatística. **Revista Symposium**, 2008.

FONTENO, W. C. Problems e considerations in determining physical properties of horticultural substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 342, p. 197-204, 1993.

GASPARIN, E. et al. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade das mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 553-563, 2014.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa, MG: UFV, 2011. 116 p. (Série Didática).

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13. Águas de Lindóia, 1996. **Resumos...** Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, CD-ROM, 1996.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 309-350.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por bio sólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 1069-1076, 2004.

HEYDARI, M. et al. Effect of organic soil amendments on growth and efficiency of redbud (*Cercis griffithii*) seedlings in nurseries. **Ecopersia**, v. 3, n. 1, p. 867-879, 2015.

HEISKANEN, J. Effects of compost additive in sphagnum peat growing medium on Norway spruce container seedlings. **New Forests**, n. 44, p. 101-118, 2013.

HEISKANEN, J.; TAMMEORG, P.; DUMROESE, R. K. Growth of Norway spruce seedling after transplanting into silty soil amended with biochar: a bioassay in a growth chamber – Short Communication. **Journal of Forest Science**, n. 59, v. 3, p. 125-129, 2013.

HIGA, R. C. V. **Avaliação e recuperação de *Eucalyptus dunnii* atingidos por geadas em Campo do Tenente, Paraná**. 1998. 100f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

IBGE, **Censo Agropecuário 2006: Segunda apuração, 2006**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp#11>. Acesso em: 19 jan. 2016.

IBGE, **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes, 2010**.

JOVANOCIC, T; ARNOLD, R.; BOOTH, T. Determining the climatic suitability of *Eucalyptus dunnii* for plantations in Australia, China and Central South America. **New forests**, v. 19, n. 3, p. 215-226, 2000.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

KÄMPF, A. N. Substrato. In: KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. 2ª edição, Guaíba: Agrolivros, 2005. p. 45 - 72.

KANASHIRO, S. et al. Substratos alternativos ao xaxim na produção de bromélia ornamental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1319-1324, 2008.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia: Relações Solo-Planta**. São Paulo: Ceres, 1979. 263 p.

KRATZ, D.; WENDLING, I. Produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* em substratos renováveis. **Floresta**, Curitiba – PR, v. 43, n. 1, p. 125-136, 2013.

KRATZ, D. et al. de. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n.4, p. 607-621, 2013.

KRATZ D. et al. de. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa (MG), v. 37, n. 6, p. 1113-2013, 2013.

KRATZ, D. et al. Produção de mudas de erva-mate por miniestaquia em substratos renováveis. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 3, p. 609-616, 2015.

KRAUSE, G. H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review Plant Physiology. Plant Molecular Biology**, v.42, p.313-349, 1991.

LANDIS, T. D. **The Target Plant Concept**. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D., editors. 2009. Nursery manual for native plants: A guide for tribal nurseries - Volume 1: Nursery management. Agriculture Handbook 730. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, p. 15-31.

LANDIS, T. D.; MORGAN, N. Growing media alternatives for forest and native plant nurseries. In: DUMROESE, R. K.; RILEY, L. E. **National Proceedings: forest and conservation nursery associations**, 2009.

LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. **The Container Tree Nursery Manual**. Volume 7, Seedling Processing, and Outplanting. Agriculture Handbook 674, Washington, DC. Department of Agriculture Forest Service. 200 p.

LELES, P. S. S. et al. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Revista Floresta e Ambiente**, V.13, n.1, p. 69 - 78, 2006.

LORENZI, H. et al. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2003. 384 p.

MARANHO, Á. S.; PAIVA, A. V. de. Produção de mudas de *Physocalymma scaberrimum* em substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açaí. **Floresta**, Curitiba – PR, v. 42, n. 2, p. 399-408, 2012.

MARTÍNEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. IN: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas. 2002. p. 53-76.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento de plantas. In: NOVAIS, R.F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, SBCS, 2007. p. 65-90.

MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2002. p.45-51.

NAVROSKI, M. C. et al. Influência do polímero hidroretentor na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus dunnii* sob diferentes manejos hídricos. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 108-113, 2014.

NAVROSKI, M. C. et al. Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Floresta**, Curitiba (PR), v. 45, n. 2, p. 315-328, 2015.

NOGUERA, P. A. et al. Coconut coir waste, a new and viable ecologically - Friendly peat substitute. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 517, p. 279-286, 2000.

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

OLIVEIRA, L. C de; GEISEL, A.; MARX, A. Aproveitamento de casca de vime como componente de substrato para cultivo de plantas ornamentais. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 2, p. 126-132, 2005.

OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. **Revista de Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 39-44, 2008.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T dos; FERREIRA, C. A. **Eucaliptos indicados para plantio no Estado do Paraná**. Colombo: Embrapa Florestas – CNPF, 2006. 45 p. (Documentos, 129).

PENNINGSFELD, F. Kultur substrate fur den Gartenbau, besonders in Deutschland: Ein Kritischer Überblick. **Plant and Soil**, The Hague, n. 75, p. 269-281, 1983.

PROTAS, J. F. da S.; MADAIL, J. C. M. **Sistema de produção de pêssego de mesa na região da Serra Gaúcha**, Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção 3, 2003.

REGAN, R. **Evaluating alternative growing media components**, 2014. In: WILKINSON, K. M.; HAASE, D. L.; PINTO, J. R. National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations – 2013. Fort Collins (CO): USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, p. 50-53.

RITCHIE, G. A. et al. Assessing plant quality. **Seedling Processing, Storage, and Outplanting**. v. 7, Washington, DC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, 2010. 200 p. (Agric. Handbk. 674).

ROCHA, M. P. da; TRUGILHO, P. F. Qualidade de madeira serrada de *Eucalyptus dunnii* em função do método de desdobro e condição de umidade. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 314-321, 2006.

ROCHA, J. H. T. et al. Produção e desenvolvimento de mudas de eucalipto em função de doses de fósforo. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, p. 535- 543, 2013.

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: FUNEP, 2002.

ROSA, M. F. et al. **Utilização da Casca de Coco como Substrato Agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2002. 24p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 52).

ROSSA, Ü.B. et al. Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 491-500, 2011.

RUN-HUS, Z.; ZENG-QIANG, D.; ZHI-GUO, L. Use of spent mushroom substrate as growing media for tomato and cucumber seedling. **Pedosphere**, v. 22, n. 3, p. 333-342, 2012.

SAHIN, U.; ANAPALI, O. Addition of pumice affects physical properties of soil used for container grown plants. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, v. 71, p. 59-64, 2006.

SCHMITZ, V. N. et al. Caracterização química preliminar de resíduos lignocelulósicos para produção de painéis aglomerados decorativos. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 23. Pelotas, 2014. **Anais...** UFPEL, 2014.

SILVA, F. G. da et al. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n.10, p. 946-952, 2015.

SODRÉ, G. A.; CORÁ, J. E.; SOUZA JÚNIOR, J. O. Caracterização física de substratos à base de serragem e recipientes para crescimento de mudas de cacauzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal (SP), v. 29, n. 2, p. 339-344, 2007.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Eds.). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: SBCS, 2006, p. 215-254.

SPIER, M. et al. Obtenção da curva de retenção de água pelo método da pressão positiva. In: VI Encontro Nacional sobre Substrato para Plantas, Fortaleza. **Resumo expandido...** Fortaleza: Embrapa/CNPAT, 2008. v. 1.

STAPE, J. L.; GONÇALVES, J. L. M.; GONÇALVES, A. N. Relationships between nursery practices and field performance for *Eucalyptus* plantations in Brazil. **New Forests**, v. 22, p. 19-41, 2001.

STRASSER, B. J.; STRASSER, R. J. Measuring fast fluorescence transients to address environmental questions: The JIP-test. In: Mathis, P. (Ed.). **Photosynthesis: from light to biosphere**. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, p. 977- 980, 1995.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2 ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222p.

STURION, J. A.; BELLOTE, A. F. J. Implantação de povoamentos florestais com espécies de rápido crescimento. In: GALVÃO, A. P. M. (Org). **Reflorestamento de Propriedades Rurais para fins Produtivos e Ambientais: Um guia para ações municipais e regionais**. Brasília – DF, Embrapa Florestas, 2000, p.209 – 218.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 345p.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Boletim técnico, 5), 1995, 174 p.

TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira-pimenteira. **Revista Árvore**, Viçosa (MG), v. 38, n. 4, p. 657-665, 2014.

ULIANA, M. B. et al. Produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* em função de substratos alternativos e da frequência de fertirrigação. **Floresta**, Curitiba – PR, v. 44, n. 2, p. 303-312, 2014.

VALERI, S. V., CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para produção de mudas de Eucalyptus e Pinus. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.167-189.

VALLONE, H. S. et al. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1327-1335, 2009.

WAGNER JÚNIOR, A. W. et al. Substratos na formação de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.53, n.308, p.439-445, 2006.

WALLER, P. L.; WILSON, F. N. Evaluation of growing media for consumer use. **Acta Horticulturae**, n. 150, p. 51-58, 1984.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 166 p.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Florestas. Documentos, 130).

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, p. 209-220, 2007.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo:Embrapa Florestas, 2010. p. 13-47.

ZORZETO, T. Q. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro** (*Fragaria x ananassa* Duch.). 2011. 110 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agrônomo, Campinas, SP, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Preparo e preenchimento dos anéis (1), saturação dos anéis por 24 horas (2) e transferência dos anéis para a mesa de tensão (3) para determinação da porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água tamponante (AT) pelo método da mesa de tensão



Fonte: Fermino, M. H. (2014).

APÊNDICE B – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para densidade úmida (DU), densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), capacidade de retenção de água a uma pressão de 10 cm de coluna de água (CRA10), capacidade de retenção de água a uma pressão de 50 cm de coluna de água (CRA50) de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT)

FV	GL	Quadrados Médios						
		DU	DS	PT	EA	AFD	CRA10	CRA50
CxS	5	11.277,44*	26.714,09*	0,2886*	5,3912*	0,0409 ^{ns}	0,0451*	0,0178*
Resíduo	-	48,61	111,28	0,0016	0,1536	0,0340	0,0001	0,0139
CV (%)	-	1,12	2,38	1,22	9,88	-	5,57	10,68
Média Geral	-	619,89	444,11	0,64	0,18	0,17	0,46	0,32
CxT	5	5.489,43*	19.727,69*	0,0184*	0,0071*	0,0026 ^{ns}	0,0419*	0,0247*
Resíduo	-	24,94	16,67	0,0003	0,0005	0,0026	0,0001	0,0023
CV (%)	-	0,82	0,97	2,42	11,70	41,97	2,15	13,54
Média Geral	-	610,50	420,55	0,67	0,19	0,12	0,48	0,35

FV – fonte de variação; * F significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade e CV (%) – coeficiente de variação.

Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE C - Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para pH e condutividade elétrica (CE) de substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		pH	CE
CxS	5	0,3588*	0,0645*
Resíduo	-	0,0141	0,00008
CV (%)	-	2,04	1,70
Média Geral	-	5,81	0,53
CxT	5	0,0562*	0,1657*
Resíduo	-	0,0049	0,0003
CV (%)	-	1,10	3,43
Média Geral	-	6,37	0,48

* F significativo a 5% de probabilidade e CV (%) – coeficiente de variação.

Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE D – Área do plantio de mudas de *Eucalyptus dunnii*, Santo Cristo (RS).



Fonte: Google Earth. Data das imagens: 27/02/2013.

APÊNDICE E – Preparo do solo e plantio de *Eucalyptus dunnii*. 1 – Haste subsoladora utilizada nas linhas de plantio; 2 – Aspecto geral das linhas de plantio; 3 – Plantadeira utilizada para o plantio das mudas; 4 – Irrigação das mudas no momento do plantio



Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE F – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para os parâmetros morfológicos altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação H/DC, massa seca aérea (MAS), massa seca radicular (MSR) e massa seca total (MST) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		H	DC	H/DC	MSA	MSR	MST
CxS	5	178,9217*	1,3685*	4,0641 ^{ns}	0,3909*	0,4080*	0,7038*
Resíduo	-	6,4328	0,0787	2,0699	0,0102	0,0009	0,0144
CV (%)	-	16,15	16,32	15,23	24,84	17,50	20,75
Média Geral	-	15,71	1,72	9,45	0,4082	0,1714	0,5796
CxT	5	44,8534*	0,4582*	3,3525 ^{ns}	0,0260*	0,0080*	0,0607*
Resíduo	-	2,9790	0,0489	1,3614	0,0025	0,0003	0,0029
CV (%)	-	18,16	17,48	15,16	28,33	20,42	20,20
Média Geral	-	9,20	1,26	7,70	0,1768	0,0916	0,2684

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade e CV (%) – coeficiente de variação.

Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE G - Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para os parâmetros volume radicular (VR), comprimento radicular (CR), área foliar (AF), relação entre massa seca aérea e massa seca radicular (MAS/MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD), facilidade da retirada do tubete (FRT), agregação das raízes (AGR) e eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios							
		VR	CR	AF	MAS/MSR	IQD	FRT	AGR	F_v/F_m
CxS	5	7,0979*	60,2290*	7.465,6640*	0,5991 ^{ns}	0,0025*	56,7109*	46,6104*	0,0260*
Resíduo	-	0,1854	2,4420	75,1459	0,7453	0,0001	0,5859	0,8437	0,0016
CV (%)	-	12,11	14,06	11,54	37,26	24,32	15,80	18,45	5,68
Média Geral	-	3,55	11,11	75,12	2,3171	0,0486	4,84	4,98	0,7084
CxT	5	1,7244*	16,1317*	801,5750*	1,4635 ^{ns}	0,0007*	58,3500*	37,7250*	0,0242*
Resíduo	-	0,1518	1,3219	46,8753	0,8001	0,000007	1,8679	1,2986	0,0056
CV (%)	-	17,16	13,84	16,89	43,31	8,95	21,24	23,99	11,26
Média Geral	-	2,27	8,30	40,53	2,0656	0,0289	6,43	4,75	0,6672

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade e CV (%) – coeficiente de variação.

Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE H – Aspecto geral da altura das mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado (C) e substrato comercial a base de composto orgânico(S) e, caroço de pêsego triturado e turfa (T), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro



Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE I - Aspecto geral da agregação das raízes correspondentes às notas de 0 a 10 atribuídas para as mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT), aos 90 dias após emergência, na fase de viveiro



Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE J – Rompimento das raízes de mudas de *E. dunnii* produzidas em substrato com 100% de caroço de pêsego triturado ao avaliar a facilidade de retirada das mudas do tubete (FRT), com atribuição de nota 0



Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE K – Propriedades físicas, químicas macronutrientes dos substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT).

Tratamentos	DU	DS	PT	EA	AFD	CRA10	CRA50	pH	CE (mS cm ⁻¹)	N P K Ca Mg -----% (m m ⁻¹)-----					
CxS	C100	660	528	58	27	7	30	23	6,25	0,221	0,56	0,02	0,19	0,05	0,01
	C80S20	685	530	58	23	9	35	25	6,07	0,408	0,72	0,07	0,22	0,24	0,08
	C60S40	654	501	59	19	12	41	28	5,77	0,590	0,75	0,10	0,28	0,38	0,13
	C40S60	628	433	65	13	21	53	34	5,81	0,460	0,96	0,11	0,30	0,53	0,18
	C20S80	571	378	68	13	21	55	37	5,76	0,586	0,98	0,11	0,26	0,59	0,21
	S100	523	295	75	13	22	62	44	5,23	0,757	1,02	0,14	0,31	0,73	0,26
CxT	C100	660	528	58	27	7	30	23	6,25	0,221	0,56	0,02	0,19	0,05	0,01
	C80T20	642	481	59	18	13	41	29	6,61	0,216	0,58	0,04	0,18	0,62	0,16
	C60T40	631	450	65	21	14	44	32	6,47	0,304	0,91	0,06	0,17	1,14	0,28
	C40T60	608	397	70	17	17	53	38	6,32	0,502	1,10	0,07	0,17	1,68	0,40
	C20T80	571	352	71	15	18	56	42	6,28	0,660	1,35	0,07	0,17	2,56	0,49
	T100	550	314	78	16	20	63	48	6,33	0,838	1,47	0,07	0,14	3,16	0,52

Sendo: DU – densidade úmida; DS – densidade seca; PT – porosidade total; EA – espaço de aeração; AFD – água facilmente disponível; CRA10 – capacidade de retenção de água a 10 cm; CRA50 - capacidade de retenção de água a 50 cm; CE – condutividade elétrica; N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca- cálcio; Mg – magnésio; C – caroço de pêssego triturado; S – substrato comercial a base de composto orgânico e T – turfa.

Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE L - Correlações entre as variáveis: altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR), comprimento radicular (CR), área foliar (AF), facilidade de retirada das mudas do tubete (FRT), agregação das raízes ao substrato (AGR), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA) água facilmente disponível, pH e condutividade elétrica (CE) aos 110 dias de mudas de *Eucalyptus dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS).

(Continua...)

	H	DC	MSA	MSR	MST	VR	CR	AF	FRT	AGR	N	P	K	Ca	Mg	DS	PT	EA	AFD	pH	CE
H	1																				
DC	0,97*	1																			
MSA	0,98*	0,93*	1																		
MSR	0,98*	0,98*	0,97*	1																	
MST	0,99*	0,95*	1,00*	0,98*	1																
VR	0,92*	0,96*	0,89*	0,95*	0,91*	1															
CR	0,92*	0,96*	0,89*	0,97*	0,92*	0,98*	1														
AF	0,99*	0,95*	0,99*	0,97*	0,99*	0,92*	0,91*	1													
FRT	0,96*	0,99*	0,91*	0,97*	0,93*	0,95*	0,95*	0,94*	1												
AGR	0,98*	0,97*	0,95*	0,96*	0,96*	0,91*	0,88*	0,97*	0,95*	1											
N	0,92*	0,95*	0,84*	0,90*	0,86*	0,90*	0,86*	0,89*	0,98*	0,91*	1										
P	0,92*	0,92*	0,87*	0,87*	0,87*	0,85*	0,78 ^{ns}	0,90*	0,90*	0,96*	0,93*	1									
K	0,84*	0,83*	0,81 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,84*	0,72 ^{ns}	0,86*	0,81*	0,87*	0,85*	0,94*	1								
Ca	0,97*	0,97*	0,92*	0,94*	0,93*	0,92*	0,88*	0,95*	0,98*	0,98*	0,98*	0,97*	0,90*	1							
Mg	0,97*	0,97*	0,93*	0,95*	0,94*	0,91*	0,88*	0,96*	0,98*	0,98*	0,97*	0,97*	0,89*	0,99*	1						
DS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1					
PT	0,94*	0,89*	0,94*	0,93*	0,94*	0,83*	0,86*	0,94*	0,92*	0,88*	0,88*	0,80 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,91*	0,91*	-	1				
EA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
	0,90*	0,95*	0,82*	0,89*	0,85*	0,94*	0,89*	0,88*	0,96*	0,91*	0,98*	0,93*	0,89*	0,96*	0,96*	0,83*	0,82*				

APÊNDICE M - Correlações entre as variáveis: altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR), comprimento radicular (CR), área foliar (AF), facilidade de retirada das mudas do tubete (FRT), agregação das raízes ao substrato (AGR), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA) água facilmente disponível, pH e condutividade elétrica (CE) aos 110 dias de mudas de *Eucalyptus dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de caroço de pêssego triturado e turfa marrom (CxT).

(Conclusão)

	H	DC	MSA	MSR	MST	VR	CR	AF	FRT	AGR	N	P	K	Ca	Mg	DS	PT	EA	AFD	pH	CE	
CR	0,86*	0,91*	0,91*	0,90*	0,92*	0,91*	1															
AF	0,98*	0,97*	0,94*	0,99*	0,97*	0,78 ^{ns}	0,87*	1														
FRT	0,63 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1													
AGR	0,81*	0,92*	0,75 ^{ns}	0,90*	0,82*	0,67 ^{ns}	0,82*	0,90*	0,95*	1												
N	0,91*	0,98*	0,87*	0,97*	0,93*	0,84*	0,94*	0,95*	0,89*	0,96*	1											
P	0,62 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,00*	0,94*	0,88*	1										
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1									
Ca	0,81 ^{ns}	0,83*	0,79 ^{ns}	0,84*	0,83*	0,54 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,90*	0,77 ^{ns}	0,90*	0,85*	0,75 ^{ns}	-	1								
Mg	0,92*	0,98*	0,85*	0,97*	0,91*	0,76 ^{ns}	0,86*	0,97*	0,87*	0,97*	0,98*	0,87*	0,89*	-	1							
DS	0,81 ^{ns}	0,93*	0,74 ^{ns}	0,90*	0,81*	0,73 ^{ns}	0,85*	0,88*	0,96*	0,99*	0,97*	0,96*	0,83*	0,97*	1							
PT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1						
EA	0,89*	0,97*	0,81 ^{ns}	0,96*	0,88*	0,76 ^{ns}	0,86*	0,95*	0,90*	0,98*	0,98*	0,89*	0,88*	0,99*	0,98*	-	1					
AFD	0,90*	0,96*	0,85*	0,95*	0,91*	0,80 ^{ns}	0,91*	0,95*	0,88*	0,96*	0,98*	0,87*	-	0,92*	0,97*	0,95*	-	1				
pH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
CE	0,57 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,84*	0,86*	0,74 ^{ns}	0,85*	0,65 ^{ns}	-	0,84*	-	0,72 ^{ns}	1				
	0,74 ^{ns}	0,87*	0,64 ^{ns}	0,84*	0,73 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,83*	0,95*	0,99*	0,91*	0,95*	-	0,85*	0,94*	0,98*	0,96*	0,92*	0,93*	1		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
	0,55 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,83*	0,64 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-	0,30 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,29 ^{ns}	-	0,38 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,06 ^{ns}	
	0,97*	0,99*	0,89*	0,99*	0,94*	0,84*	0,88*	0,98*	0,78 ^{ns}	0,92*	0,97*	0,78*	-	0,87*	0,98*	0,91*	-	0,97*	0,97*	0,71 ^{ns}	0,87*	0,46 ^{ns}

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade .

Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE N - Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para os incrementos em altura (Inc. H) e em diâmetro do coleto (Inc. DC) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT), no plantio a campo

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios	
		Inc. H	Inc. DC
Bloco	2	2.547,5062*	53,3996*
CxS	4	269,1659 ^{ns}	1,2899 ^{ns}
Tempo	3	538,8550 ^{ns}	81,2374*
CxS * Tempo	12	598,9299 ^{ns}	10,6998 ^{ns}
Resíduo	-	530,3108	11,7658
CV (%)	-	31,98	34,58
Média Geral	-	72,0	9,9
Bloco	2	2.260,4167*	64,4294*
CxT	4	1.681,2877*	69,7296*
Tempo	3	1.484,8660*	66,8025*
CxT * Tempo	12	383,3544 ^{ns}	9,1661 ^{ns}
Resíduo	-	307,1579	8,6811
CV (%)	-	28,52	31,65
Média Geral	-	61,4	9,3

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade e CV (%) – coeficiente de variação.

Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE O - Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para os parâmetros fisiológicos fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m) e eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) aos 60 e 240 dias após o plantio a campo, e índice de clorofila Falker (ICF) de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêssego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêssego triturado e turfa (CxT)

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		F_v/F_m 60	F_v/F_m 240	ICF
Bloco	2	0,0059 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	4,79 ^{ns}
CxS	4	0,0018 ^{ns}	0,0010 ^{ns}	11,45 ^{ns}
Resíduo	-	0,0023	0,0010	9,22
CV (%)	-	12,43	6,91	7,71
Média Geral	-	0,7304	0,7553	39,4
Bloco	2	0,0025 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	19,14 ^{ns}
CxT	4	0,0015 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	27,65 ^{ns}
Resíduo	-	0,0014	0,0002	11,07
CV (%)	-	8,82	1,80	8,95
Média Geral	-	0,7564	0,7535	37,2

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade e CV (%) – coeficiente de variação.

Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE P – Aspectos gerais de mudas de *E. dunnii* produzidas em substratos com diferentes proporções de mistura de caroço de pêsego triturado e substrato comercial a base de composto orgânico (CxS) e, caroço de pêsego triturado e turfa (CxT), 60, 120, 180, 240 e 380 dias após o plantio (D.A.P)

