

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

CARACTERIZAÇÃO DE ACÍCULAS DE PINUS COMO CONDICIONADOR DE
SUBSTRATO E SEU POTENCIAL PARA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTOS
CÍTRICOS

Henrique Ceccagno
Engenheiro Agrônomo
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Ênfase Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil
Julho de 2016

CIP - Catalogação na Publicação

Ceccagno, Henrique

Caracterização de acículas de Pinus como condicionador de substratos e seu potencial para a produção de porta-enxertos citricos / Henrique Ceccagno. -- 2016.

94 f.

Orientador: Paulo Vitor Dutra de Souza.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. Potencial da acícula de Pinus sp. para uso como substrato para plantas. 2. Potencial da acícula de Pinus sp. como condicionador de substrato para produção do porta-enxerto "Fepagro". 3. Potencial da acícula de Pinus sp. para o uso como condicionador de substrato na produção do porta-enxerto "Trifoliata" na fase de

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

HENRIQUE CECCAGNO
Engenheiro Agrônomo - UFRGS

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM FITOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 28.06.2016
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 06.03.2017
Por

PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
Orientador - PPG Fitotecnia

SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE
Coordenadora do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia

CLAUDIMAR SIDNEI FIOR
PPG Fitotecnia/UFRGS

GILMAR SCHÄFER
PPG Fitotecnia/UFRGS

TATIANA DA SILVA DUARTE
Faculdade de Agronomia/UFRGS

CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de
Agronomia

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-graduação em Fitotecnia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade de realização deste trabalho;

À CAPES e FAPERGS pelo apoio financeiro;

Ao meu orientador, professor Dr. Paulo Vitor Dutra de Souza, pela orientação e apoio acadêmico durante este processo de aprendizagem, sua amizade e companheirismo durante toda a jornada, iniciada ainda na minha graduação.

Ao professor Gilmar Schäfer, pelo acompanhamento, orientação e cumplicidade neste processo;

A todos os demais professores que me auxiliaram e transmitiram um rico conhecimento, não só acadêmico, mas social. A disponibilidade e receptividade a qualquer momento, sou muito grato a todos.

Meu agradecimento aos colegas e bolsistas do PPG-Fitotecnia, pelas trocas de experiências, auxílio e convívio harmonioso durante nossa longa jornada em especial a Eduarda Demari Avrella.

À minha família, Teodosio M. Ceccagno e Maricelsi B. Ceccagno pelo apoio incondicional, compreensão, motivação e apoio financeiro, o meu porto seguro durante toda minha caminhada.

À minha irmã Michele Ceccagno e cunhado Paulo Salvadori pelas palavras de incentivo.

Em especial à minha namorada Marlucci C. Sartori e seus familiares, pela torcida, ajuda e anseio de minhas conquistas, meu agradecimento.

Aos amigos de longa data, que se fizeram e se fazem presentes no meu dia a dia. Meu eterno agradecimento e companheirismo.

CARACTERIZAÇÃO DE ACÍCULAS DE PINUS COMO CONDICIONADOR DE SUBSTRATO E SEU POTENCIAL PARA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTOS CÍTRICOS¹

Autor: Henrique Ceccagno

Orientador: Paulo Vitor Dutra de Souza

RESUMO

A propagação de mudas de citros em ambiente protegido requer grande quantidade de substrato. No Rio Grande do Sul há carência de substratos orgânicos ideais para o cultivo de plantas, devido à sazonalidade e ao pH alcalino das matérias primas que as compõem. A grande produção de *Pinus* sp. na região sul do Brasil propicia a utilização das acículas como um possível condicionador de substratos por ter pH baixo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização da acícula de *Pinus* como condicionador de substratos alcalinos para a produção de porta-enxerto cítricos. O experimento foi desenvolvido nas dependências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Realizou-se avaliação das características químicas, físicas e biológicas de acículas de *Pinus* sp. em 3 granulometrias (2,0; 3,5 e 8,0 mm) e 3 épocas de decomposição “in situ” (5; 12 e 16 meses). Após, avaliou-se a utilização das acículas em duas granulometrias (3,5 e 8,0 mm) em mistura (v:v) com o substrato comercial Humosolo ES - Vida®- em diferentes proporções (0; 25; 50; 75 e 100%; v:v), avaliando a germinação e o desenvolvimento do porta-enxerto “Fepagro C37” até o transplante. Finalmente, avaliou-se o desenvolvimento do porta-enxerto “Trifoliata”, desde o seu transplante até o ponto de enxertia. Utilizou-se a mistura de diferentes proporções (v:v) de acículas de *Pinus* (0; 25; 50; 75 e 100%) com o substrato a base de casca de eucalipto. Verificou-se ao final dos experimentos que a acícula possui pH ácido obtendo-se em alguns acessos pH inferior a 5. A condutividade elétrica das acículas é muito baixa, podendo ser ajustada com o tamanho de partícula e época de decomposição das mesmas, sendo essas características fundamentais para o desenvolvimento de novos substratos. Esse material possui propriedades físicas adequadas, como baixa densidade, alta porosidade total (>85%) e curva de retenção de água próxima à ideal, sendo possível sua adequação através da granulometria. O desenvolvimento inicial do porta-enxerto “Fepagro C37” se mostrou favorável quando adicionado 25% a 50% de acículas de *Pinus* com granulometria entre 3,5 mm e 8,0 mm ao substrato Humosolo ES®. A utilização de 25 % de acícula de *Pinus* em mistura com casca de eucalipto proporcionou resultado satisfatório quando comparado à utilização somente do substrato comercial. A mistura entre estes materiais proporcionou, quando utilizada granulometria de 3,5 mm, um substrato estável, não alterando as características físicas ao longo do cultivo.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (94 f.). Julho, 2016.

PINUS OF LEAF CHARACTERIZATION AS SUBSTRATE CONDITIONER AND ITS POTENTIAL FOR ROOTSTOCKS CITRUS PRODUCTION¹

Author: Henrique Ceccagno
Adviser: Paulo Vitor Dutra de Souza

ABSTRACT

The need to spread of citrus seedlings in a protected environment requires lot of substrate. In Rio Grande do Sul there is a lack of ideal organic substrates for the cultivation of plants, due to seasonality and the alkaline pH of raw materials. The large production of pine sp. in southern Brazil provides the use of pine leaf as a possible conditioner substrates. This study aimed to evaluate the use leaf of pine as alkaline substrates conditioner to the spread of citrus rootstock. The experiment was conducted on the premises of the Federal University of Rio Grande do Sul. We conducted evaluation of chemical, physical and biological characteristics of pine needles sp. 3 particle sizes (2.0, 3.5 and 8.0 mm) and 3 times decomposition "in situ" (5, 12 and 16 months). After evaluating the use of pine leaf (3.5 to 8.0mm) in a mixture (v: v) with the commercial substrate Humosolo ES - Vida®- in different proportions (0, 25, 50, 75 and 100%) evaluating germination and development of the rootstock "Fepagro C37" until transplant. Therefore, we evaluated the development of the rootstock "Trifoliata" since the transplant until the grafting point. Was used to mix different proportions (v: v) of pine leaves (0, 25, 50, 75 and 100%) with the substrate eucalyptus shell base. It was found at the end of the experiments that have acidic pH acicula obtained in some accesses pH below 5. The electric conductivity is very low and can be adjusted to the particle size and time of decomposition of needles, which are key features for development of new substrates. This material has appropriate physical properties, low density, high porosity (> 85%) and water retention curve near ideal, being possible through its suitability granulometry. The initial development of the rootstock "Fepagro C37" proved favorable when added 25% to 50% of pine needles with a particle size between 3.5 mm and 8.0 mm to the substrate Humosolo ES®. The use of 25% pine leaf in admixture with eucalyptus hull provided satisfactory results when compared to using only the commercial substrate. The mixture of these materials gave, when used particle size 3.5 mm, a stable substrate without altering the physical characteristics throughout the cultivation.

¹ Master of Science in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (94 p.) July, 2016.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Setor citrícola.....	4
2.2 Substratos.....	6
2.3 Produção de <i>Pinus</i>	12
2.4 Referências bibliográficas.....	15
3 CAPÍTULO 1	
Potencial da acícula de <i>Pinus</i> sp. para uso como substrato para plantas	21
4 CAPÍTULO 2	
Potencial da acícula de <i>Pinus</i> sp. como condicionador de substrato para produção do porta-enxerto “Fepagro”.....	34
5 CAPÍTULO 3	
Potencial da acícula de <i>Pinus</i> sp. para o uso como condicionador de substrato na produção do porta-enxerto “Trifoliata” na fase de viveiro	57
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
7 APÊNDICES	80

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 1	
1. Potencial hidrogeniônico (pH) em água e condutividade elétrica (CE) de acículas de <i>Pinus</i> sp. submetidas a tempos de compostagem e granulometrias diferentes, pelo método 1:5 (v:v). EEA/UFRGS, 2014.....	26
2. Condutividade elétrica (CE) de acículas de <i>Pinus</i> sp. submetidas a tempos de decomposição e granulometrias diferentes, pelo método 1:5 (v:v). EEA/UFRGS, 2014.....	27
3. Densidade seca (kg.m^{-3}) de acículas de <i>Pinus</i> sp. submetidas a diferentes tempos de decomposição e granulometrias. EEA/UFRGS, 2014.....	27
CAPÍTULO 2	
1. Variação de densidade seca (kg.m^{-3}) dos tratamentos com acícula de <i>Pinus</i> sp. e humosolo ES. Porto Alegre, 2014.....	45
2. Relação dos tratamentos e porcentagem de plântulas formadas do porta-enxerto “Fepagro C37”. Porto Alegre, 2014.....	48
3. Avaliação do conteúdo de reserva dos diferentes órgãos do porta-enxerto “Fepagro C37”. Porto Alegre, 2014.....	53

RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 1

1. Curvas de retenção de água dos diferentes tratamentos de acículas de *Pinus* sp. comparadas à curva ideal. Tratamento (granulometria-mm/época de decomposição-meses). EA: espaço de aeração; AFD: água facilmente disponível; AT: água tamponante; AR: água remanescente. EEA/UFRGS, 2014..... 29
2. Potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica e curva de retenção de água de diferentes proporções de acículas de *Pinus* sp. (v:v) nas granulometrias 2,0 mm (A1) e 3,5 mm (A2) respectivamente. Potencial de hidrogênio em água (A); Condutividade elétrica no método 1:5 (B); Densidade seca (C); Porosidade total (D); Espaço de aeração (E); Água facilmente disponível (F); Água tamponante (G); Água remanescente (H). EEA/UFRGS, 2014..... 30

CAPÍTULO 2

1. Variação do pH durante o cultivo de plântulas do porta-enxerto ‘Fepagro C37’ em diferentes porcentagens de acícula de *Pinus* e granulometrias (A – 3,5 mm) (B – 8,0 mm) na mistura com o substrato comercial. Porto Alegre, 2014..... 42
2. Variação do pH em água, após 40 dias de avaliação nas diferentes porcentagens de acícula de *Pinus* e granulometrias, em mistura com substrato comercial alcalino. Porto Alegre, 2014..... 43
3. Variação da condutividade elétrica ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Pour thru 1:5) durante 40 dias de cultivo do porta-enxerto “Fepagro C37” em diferentes porcentagens de acículas de *Pinus* e granulometrias (A - 3,5 mm) (B – 8,0 mm) na mistura com substrato comercial. Porto Alegre, 2014..... 43
4. Diferentes proporções de acícula de *Pinus* (A - 3,5 mm) (B - 8,0 mm) com substrato humosolo ES comparadas ao controle (substrato comercial) e a faixa ideal. EA- espaço de aeração; AFD – água facilmente disponível; AT - água tamponante; AR – água remanescente. Porto Alegre, 2014..... 47

	Página
5. Avaliação do diâmetro dos porta-enxertos “Fepagro C37” em substrato com diferentes porcentagens de acícula de <i>Pinus</i> sp. e granulometria A 3,5 mm e B 8,0 mm no transcorrer do desenvolvimento de plântula. Porto Alegre, 2014.....	49
6. Avaliação da altura dos porta-enxertos “Fepagro C37” em substrato com diferentes porcentagens de acícula de <i>Pinus</i> sp. e granulometria A 3,5 mm e B 8,0 mm no transcorrer do desenvolvimento de plântula. Porto Alegre, 2014.....	49
7. Número de folhas (A), área foliar (B) e tamanho médio de folha (C) do porta enxerto “Fepagro C37” produzidos com substrato comercial em mistura com % de acícula nas granulometrias 3,5 mm e 8,0 mm. Porto Alegre, 2014.....	51
8. Massa seca (g) de parte aérea e raiz do porta enxerto “Fepagro C37” produzidos com substrato comercial em mistura com % de acícula nas granulometrias 3,5 mm e 8,0 mm. Porto Alegre, 2014.....	52

CAPÍTULO 3

1. Avaliação do pH em substratos com diferentes porcentagem de acículas de <i>Pinus</i> na sua composição (A – granulometria 3,5 mm e B – granulometria 8,0 mm) em mistura com humosolo-ES, durante os 417 dias de cultivos do porta enxerto “Trifoliata”. Porto Alegre, 2015.....	65
2. Avaliação da condutividade elétrica em substratos com diferentes porcentagem de acículas de <i>Pinus</i> (A – granulometria 3,5 mm e B – granulometria 8,0 mm) em mistura com humosolo-ES, durante os 417 dias de cultivos do porta enxerto “Trifoliata”. Porto Alegre, 2015.....	66
3. Variação da densidade seca inicial (dia 0) e final (417 dias após o transplante) dos substratos a base de misturas de acículas de <i>Pinus</i> no cultivo do porta enxerto “Trifoliata”. Porto Alegre, 2015.....	67
4. Características físicas: sólidos, EA (espaço de aeração), AFD (água facilmente disponível), AT (água tamponante) e AR (água remanescente) das diferentes proporções do substrato Vida® em mistura com acículas de <i>Pinus</i> nas granulometria de 3,5 mm, avaliadas no momento do transplante e aos 417 DAT. Porto Alegre, 2015.....	68
5. Características físicas: sólidos, EA (espaço de aeração), AFD (água facilmente disponível), AT (água tamponante) e AR (água remanescente) das diferentes proporções do substrato Vida® em mistura com acículas de <i>Pinus</i> nas granulometria de 8,0 mm, avaliadas no momento do transplante e aos 417 DAT. Porto Alegre, 2015.....	69

6.	Avaliação da altura do porta-enxerto “Trifoliata” ao longo de 417 dias de cultivo em diferentes misturas do substrato comercial Vida e acículas de <i>Pinus</i> em duas granulometrias distintas A (3,5 mm) e B (8,0 mm). Porto Alegre, 2015.....	70
7.	Diâmetro do porta-enxerto “Trifoliata” ao longo de 417 dias de cultivo em diferentes misturas do substrato comercial Vida e acículas de <i>Pinus</i> em duas granulometrias distintas A (3,5 mm) e B (8,0 mm). Porto Alegre, 2015.....	71
8.	Avaliação da massa seca do porta-enxerto “Trifoliata” em diferentes misturas do substrato comercial Vida e acículas de <i>Pinus</i> em duas granulometrias distintas (A – 3,5 mm) (B – 8,0 mm). Porto Alegre, 2015.....	72
9.	Formação do torrão do porta-enxerto “Trifoliata” em diferentes misturas do substrato comercial Vida e acículas de <i>Pinus</i> em duas granulometrias distintas. Porto Alegre, 2015.....	73
10.	Avaliação do número de folhas, tamanho médio de folhas (cm ²) e área foliar (cm ²) do “Trifoliata” em diferentes misturas do substrato comercial Vida e acículas de <i>Pinus</i> em duas granulometrias distintas. Porto Alegre, 2015.....	74

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio é um setor de suma importância para a economia brasileira. Responsável por mais de 1/3 do PIB, gera renda nos mais diferentes sistemas produtivos. Na fruticultura, a indústria cítrica é considerada um dos segmentos mais importantes, não só pela nutrição humana, mas também pelos valores econômicos obtidos com este produto, abastecendo o mercado interno e externo, principalmente com suco concentrado.

O cultivo de citros ocorre nos 27 estados brasileiros, tendo seu centro de produção a região sudeste (88,1%), sendo representada principalmente pelo estado de São Paulo, líder na produção com 77,2% da produção nacional (IBGE, 2014). Atualmente, a produção mundial é superior a 120 milhões de toneladas, sendo liderada pela China, Brasil e Estados Unidos. O Brasil destaca-se pela produção de suco concentrado e laranjas doces (*C. sinensis* L. Obeck), produzindo em 950 mil hectares, 21 milhões de toneladas. Parte desta produção é destinada a elaboração de suco, abastecendo não só o consumo interno, mas o externo também, representando mais de 80% da participação neste mercado na forma de suco “in natura” ou suco concentrado congelado, sendo o Brasil líder do segmento (FAO, 2014).

Portanto, trata-se de um setor agrícola de grande importância socioeconômica, que contribui para a geração de riqueza e empregos diretos e indiretos em nosso país (Moraes *et al.*, 1998).

A expansão citrícola é notada facilmente, através da expansão das áreas de cultivo e aumento de produtividade (FAO, 2014; IBGE, 2014), necessitando de todo suporte técnico para a atividade. Contudo, possui inúmeros gargalos na cadeia produtiva, em especial na produção de mudas, requerendo a utilização de mudas de qualidade, com garantia de sanidade e crescimento radicular adequado (Schäfer *et al.*, 2001). O substrato proporcionará melhor desenvolvimento da planta, devendo ser levados em consideração os parâmetros mencionados para a implantação de um pomar, ampliando desta forma, a vida útil do mesmo.

A atual exigência da propagação de mudas em ambiente protegido visa minimizar principalmente problemas fitossanitários, atendendo a esta prioridade. Todavia, requer aprimoramento tecnológico envolvido neste novo sistema produtivo, a adequação do controle do ambiente, da radiação solar, temperatura, recipientes, substrato, insumos e manejos adotados os quais influenciam no desenvolvimento da muda.

Dentre todos os fatores mencionados, o substrato se torna a base para o cultivo da muda, não sendo adequado utilizar solo como substrato. Há uma constante busca por materiais de baixo custo, não sazonais e com características físicas, químicas e biológicas adequadas para plantas cítricas, sendo ainda um grande desafio na propagação em ambiente protegido.

Existem alguns substratos plausíveis de serem utilizados como substrato para plantas, porém os substratos orgânicos, na sua maioria, possuem pH alcalino, devido a sua matéria prima como as cascas de eucalipto (Boaro, 2013), casca de arroz carbonizada (Tabajara, 1986), atingindo pH alcalino após o processo de compostagem. Uma prática corriqueira, visando melhorias das características químicas, como a correção do pH, é a mistura entre materiais, chamados de condicionadores de substratos.

As acículas de *Pinus* possuem grande potencial para serem utilizadas como condicionadores, uma vez que o volume estimado é de $70 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ciclo}^{-1}$ produtivo.

Devido a grande produção de *Pinus* sp. no Brasil, principalmente na região sul e sudeste, e o conhecimento de que um grande acúmulo de serapilheira de acículas de *Pinus* gera uma acidificação superficial (Schumacher, 2002), sendo esta uma das características deste material, pH ácido, presumiu-se que este material poderia ser utilizado como condicionador de substratos alcalinos.

Neste contexto foram consideradas as seguintes hipóteses:

- A aplicação de acícula de *Pinus* acarreta a redução do pH, sem aumento significativo da salinidade de substratos orgânicos alcalinos;
- A intensidade de redução do pH depende do tamanho da partícula adicionada ao substrato alcalino e da aeração do substrato;
- O desenvolvimento vegetativo dos porta-enxertos cítricos é influenciado pelo pH do substrato;
- O pH do substrato não é influenciado pela presença dos porta-enxerto de citros.

Diante do que fora apresentado, o objetivo foi avaliar a utilização da acícula de *Pinus* como condicionador de substratos alcalinos para a produção de porta-enxerto cítricos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Setor citrícola

O Brasil é líder em produção de laranjas, com uma produção anual 34 milhões de toneladas sendo seguido pelos Estados Unidos e China, estando esta cultura entre as 10 “commodities” mais produzidas no Brasil (FAO, 2014). A citricultura brasileira está voltada para a produção de laranja doce, representando 90% do volume produzido. Em percentuais de produção, destaca-se a região sudeste (88,1%), sendo representada principalmente pelo estado de São Paulo, líder na produção com 77,2% da produção nacional (IBGE, 2014).

A comercialização da fruta ocorre predominantemente na forma de suco “in natura” ou suco concentrado congelado, sendo o Brasil líder na exportação de suco, representando 85 % da exportação deste produto (FAO, 2014). A região sul, devido às condições climáticas, está voltada para fruto de mesa, produzindo frutos com características físicas como intensidade de cor e químicas, como relação de acidez e açúcar, mais adequada (Koller, 1994).

Segundo a Associação Brasileira de Citricultores (ASSOCITRUS, 2009) o setor citrícola emprega mais de 400 mil pessoas em diferentes atividades. Apesar da elevada proporção de empregos, atualmente a associação se preocupa com a verticalização do processo produtivo, onde as esmagadoras detêm cada vez mais áreas próprias para o cultivo, com recursos fornecidos pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico

e Social (BNDES). Fato este que favorece a fixação de preços pela indústria e gera uma competição desigual com o pequeno produtor familiar.

A expansão citrícola é voltada para a expansão das áreas de cultivo e aumento de produtividade (FAO, 2014; IBGE, 2014), necessitando de todo suporte técnico para o cultivo. O setor tem apresentado uma evolução constante através do atendimento das seguintes demandas: desenvolvimento de novas variedades; espaçamentos reduzidos de plantio (Stunchi, 2005); demanda por novos equipamentos para inúmeras operações como poda e pulverização (Carvalho, 2014), entre outros aspectos de manejo.

Contudo, são inúmeros os problemas a serem superados para garantir a manutenção do sucesso desse setor, em especial na produção de mudas. A muda é um dos insumos mais importantes na implantação de um pomar, pois permanece por longo período produtivo e tendo seu potencial expressado somente 6 a 8 anos após o plantio (Koller, 2009). Para que estas características sejam alcançadas, Lima (1986) já descrevia a importância de se ter certeza da origem genética do enxerto e do porta-enxerto, bem como apresentar bom vigor, qualidade do sistema radicular e isenção de moléstias.

Esses gargalos foram minimizados com o surgimento das Normas para Produção de Mudanças Certificadas de Citros, alterando o sistema de produção. Antes da lei vigente, as mudas eram cultivadas diretamente no solo, ficando susceptíveis ao ataque de pragas e doenças (fungos, bactérias, vírus e nematoides) no viveiro. As principais causas para o estabelecimento de uma legislação mais rígida ocorreu pelo agravamento do quadro do cancro cítrico, associado aos fungos de solo *Phytophthora* sp. e também a nematoides (Carvalho, 2003).

As mudas produzidas atualmente de forma adequada, ou seja, certificadas, devem ser cultivadas em ambiente protegido, livre de insetos vetores de doenças,

seguindo as exigências definidas pela Comissão Estadual de Sementes e Mudanças da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado do Rio Grande do Sul (Rio Grande do Sul, 2004). Sendo assim, os porta-enxertos são cultivados em tubetes contendo substratos para posterior transplante em recipientes maiores, onde é realizada a enxertia e a formação da muda (Carvalho, 1998). Todo o processo ocorre em ambiente protegido com as laterais com tela 87 centésimos de milímetros por 30 centésimos de milímetros, atendendo as exigências do Ministério da Agricultura (Rio Grande do Sul, 2004). As mudas apresentarão melhor qualidade genética, fitossanitária e fitotécnica, justificando seu uso pelos agricultores, embora seu custo de produção e consequentemente seu valor de comercialização serem superiores daquelas produzidas à céu aberto (Oliveira & Scivittaro, 2004).

Além da maior garantia genética e sanitária, o tempo demandado para a produção de mudas de citros no Rio Grande do Sul, pode ser reduzido significativamente em ambiente protegido comparativamente ao céu aberto (Platt & Opitz, 1973).

2.2 Substratos

As informações sobre os volumes requeridos para atender a demanda nacional por substratos ainda são incertas. Segundo a Abisolo (2009), as empresas do setor comercializaram aproximadamente 54 mil m³ no Brasil, contudo, se for levado em conta o número de mudas comercializadas, estima-se que seja na ordem de 900 mil m³.ano⁻¹. Essa divergência é gerada pela grande quantidade de material inadequado usado como substrato, que não apresenta as devidas garantias exigidas por lei, tais como as misturas com solo ou utilização de terra preta (Fermino, 2014).

A citricultura moderna demanda grande quantidade de substrato adequado para produção de mudas. Estudos buscam a possível utilização de resíduos das agroindústrias, proporcionando um aproveitamento adequado desses, utilizando-os na fabricação de substratos (Pelizer, 2007). Porém, não existe um material ou uma mistura de materiais que seja considerada universalmente válida como substrato para todas as espécies vegetais (Abad, 1991). Segundo Menezes Júnior & Fernandes (1998), no mercado nacional são encontrados inúmeros substratos orgânicos e inorgânicos, sendo utilizados para uma ampla gama de espécies, sem o devido conhecimento da adequação para cada espécie. Outro problema está relacionado com a volatilidade de oferta, ou seja, substratos comerciais que desaparecem do mercado em pouco tempo, pelas mais diversas razões.

O substrato tem como função principal a sustentação da planta e, em alguns casos, a retenção de água e nutrientes (Kämpf, 2000). Esse insumo possui uma fração sólida, constituída de partículas minerais e/ou orgânicas; uma líquida, constituída por água e solutos; e uma gasosa, constituída por ar (Gomes & Paiva, 2004). O substrato requer um equilíbrio entre a macroporosidade (ocupada por ar) e a microporosidade (ocupada por água) para que haja um bom desenvolvimento de plantas (Gonçalves & Benedetti, 2005).

Nos sistemas de produção de mudas em recipientes, seja através da semeadura ou micro estaquia, as características do substrato são essenciais para um adequado enraizamento e desenvolvimento de plantas (Schäfer, 2004). Segundo trabalho realizado por Serrano *et al.* (2004), os substratos influenciam o desenvolvimento de porta-enxertos de citros, variando em função das suas propriedades químicas e físicas, sendo necessário adequar a composição do substrato para cada tipo de porta-enxerto, bem como fase da produção (sementeira ou pós-enxertia).

Os componentes bases para a formação de substratos podem ser oriundos de diferentes matérias-primas, sendo classificados de acordo com o material de origem (Abreu *et al.*, 2002): origem vegetal (turfa, fibras, engaços de uva, fibra de coco, resíduos de beneficiamento como tortas, bagaços e cascas); origem mineral (vermiculita, perlita, calcário, areia, cinasita); origem sintética (lã de rocha, espuma fenólica e poliestireno expandido) e dejetos de animais. Atualmente, busca-se o aproveitamento de quaisquer resíduos, os quais possam ser utilizados na composição de substratos, priorizando os subprodutos de cada região, agregando valor a esses que apresentam baixo custo (Lima *et al.*, 2006), razão pela qual o autor cita a utilização desses resíduos agroindustriais. Neste contexto, são inúmeros os esforços para atender a demanda dos setores, já que a escolha do substrato é fundamental para a produção de uma muda de qualidade (Schäfer *et al.*, 2002; Schäfer, 2004).

A associação de inúmeros componentes orgânicos, no processo de decomposição para a elaboração de substratos, proporcionará produtos com características físicas e químicas, distintas pela alteração da proporção de algum dos materiais ou pelo tamanho de partícula. Para embasar melhor a formulação de misturas e manejo de irrigação e adubação, quando possível, todas as propriedades do substrato deverão ser analisadas (Kratz *et al.*, 2013). Ratificando isto, Zanetti (2003), ao avaliar substratos para a propagação de porta-enxertos cítricos, verificou grande variação das características físicas, tamanho de partícula e relação de sólidos e espaço poroso, comparando materiais a base de casca de *Pinus*, turfa, vermiculita expandida, perlita, carvão moído e fibra de coco em diferentes proporções. As diferentes proporções dos materiais geram produtos com características singulares, ou seja, a mistura de dois produtos com características conhecida não gerará um produto intermediário, mas sim um novo produto. Para garantir a utilização de um substrato com qualidade adequada

para o desenvolvimento de plantas, é essencial a caracterização de suas propriedades físico-químicas e biológicas (Abreu *et al.*, 2002).

As características biológicas estão associadas à presença ou não de organismos patogênicos e de sementes e/ou propágulos de plantas daninhas (Oliveira *et al.*, 2001), havendo a possibilidade de tratamento alternativos para controle desses aspectos (Ghini, 2004), uma vez que possam comprometer o cultivo de plantas.

Verdonck *et al.* (1983) ressaltam que as características físicas: porosidade (relação água-ar) e a densidade do substrato são as mais importantes, cientes de que não podemos fazer nenhuma alteração após introduzida a semente ou plântula no substrato. Essas características proporcionarão um maior ou menor armazenamento de água, relacionando-se entre as diferentes tensões, as quais servem de limites para a irrigação (Veihmeyer & Hendrickson, 1949). Além disto, é necessária a determinação da curva de retenção de água (CRA) para quantificar a disponibilidade de ar e água para a planta através das diferentes tensões. Nessa, é possível mensurar o espaço de aeração (EA - volume de água liberado entre 0 e 10 cm de sucção), equivalente ao espaço de macroporos; água facilmente disponível (AFD – volume de água liberado entre 10 e 50 cm de sucção); água tamponante (AT - volume liberado entre 50 e 100 cm de sucção) e a água remanescente (AR – volume de água liberado superior a 100 cm de sucção), também chamada de água indisponível (De Boodt & Verdock, 1972), sendo denominado como o espaço de microporos.

O pH e a capacidade de troca de cátions (CTC), são as características químicas mais importantes de um substrato, e podem ser manejadas pelo viveirista (Kämpf, 2000). O pH vai influenciar na disponibilidade de nutrientes. Em solos minerais, a faixa de pH, onde ocorre a maior disponibilidade de nutrientes, está entre 6 e 7. Contudo, em substratos com predominância de materiais orgânicos a faixa recomendada é 0,5 a 1

unidade inferior ao solo mineral (Kämpf, 2000). Fermino (1996) ressalta que, juntamente com o pH e a CTC, a condutividade elétrica (CE) e/ou teor total de sólidos solúveis (TTSS) são características importantes do substrato.

A CE está associada à salinidade, ou seja, a fração de constituintes inorgânicos solúveis em água, proporcional à sua concentração. Desta forma, através da medida da condutividade elétrica, obtêm-se uma indicação da concentração total de íons dissolvidos no substrato (Souza & Schäfer, 2009), sendo considerado valores normais de 2,6 a 4,6 MS.cm⁻¹. Os mesmos autores e Kämpf (2000) relatam que para a produção de citros, na fase de sementeira, o TTSS não deve exceder a 1,0 g.L⁻¹, devido as plântulas serem muito sensíveis. Em fase de viveiro as plantas se tornam mais tolerantes podendo ser manejadas com teores na faixa de 1,0 a 2,0 g.L⁻¹.

Devido à grande incorporação de materiais alcalinos no processo de compostagem, alguns substratos apresentam pH final, ou seja, após a estabilização do composto, pH na faixa de 7,5 a 9 (Bruni, 2005), causando sérios problemas de disponibilidade de nutrientes.

Existem inúmeras recomendações agronômicas consolidadas para a elevação do pH de solos e substratos, bem como diferentes materiais de baixo custo. Já para a neutralização dos solos ácidos, no entanto, são poucas as informações disponíveis para redução do mesmo (Magalhães *et al.*, 2005).

Através da especificidade de cada cultura, a necessidade de adequação do pH dos substratos torna necessário o emprego de corretivos que atuem na diminuição do pH, já que alguns materiais, ao mesmo tempo que apresentam boas características físicas e biológicas, são alcalinos e incompatíveis com o cultivo da maioria das espécies, com destaque para as mudas cítricas (Boaro, 2013).

Pesquisas que indiquem a faixa ideal de pH para o cultivo de citros em substratos ainda são incipientes, utilizando-se como referência o pH recomendado para plantas ornamentais (5,2 a 5,8). Desta forma, busca-se acidificar os substratos para que se mantenham na faixa entre 5,0 e 5,8. Meios mais ácidos, inferiores a 5,0, estão associados a deficiências de N, K, Ca, Mg e B nas plantas, enquanto que níveis superiores a 6,5, afeta a disponibilidade de P e micronutrientes como Fe, Mn, Zn, e Cu (Kämpf, 2000; Souza & Schäfer, 2009).

Inúmeros trabalhos relatam a diminuição da produtividade das culturas, em consequência da carência de micronutrientes (Fageria & Baligar, 1997; Lima *et al.*, 2000), com destaque para a deficiência de zinco. Lima *et al.* (2000), relatam que solos com pH (H₂O) superiores a 6,0, ou saturação por base superior a 50%, contribuem para o aparecimento de sintomas de deficiência de micronutrientes, decorrentes do aumento da adsorção dos micronutrientes catiônicos à matéria orgânica, nos óxidos de ferro amorfos e nos óxidos de manganês (Nascimento *et al.*, 2002).

Já existem alguns substratos com pH e salinidade adequados para a produção de mudas (Farias *et al.*, 2012), porém deve-se buscar a utilização dos subprodutos regionais, visando solucionar o problema de descarte de resíduos e ainda agregar valor a esse produto.

Visando atingir um valor de pH ideal para o cultivo de plantas em vaso, os Estados Unidos e o Canadá utilizam a turfa como componente acidificante do substrato (Fonteno, 1996). No sul do Brasil este produto é abundante, podendo ser utilizado na composição de substratos (Schmitz *et al.*, 2002), contudo, além de algumas regiões da Europa Ocidental, Nova Zelândia e Reino Unido, proibirem a utilização de turfa, o frete acaba encarecendo o produto, sendo necessário substituí-la por novos materiais com pH ácidos para comporem novos substratos.

Alguns trabalhos mostram que o uso do enxofre elementar (S_0) para acidificação dos solos ou substratos alcalinos são eficientes. Contudo, a utilização de enxofre causa um aumento expressivo da salinidade do meio, prejudicando o desenvolvimento de plantas (Boaro, 2013).

Sabe-se, através de alguns trabalhos realizados por Haag *et al.* (1978) e Lepsch (1980), que em áreas com o cultivo de *Pinus* ocorre uma acidificação do solo na camada superficial. Essa é provocada pela decomposição das acículas que cobrem o solo. Contudo, a utilização de acícula de *Pinus* como condicionante ácido de substrato requer maiores esclarecimentos, visando atender essa necessidade de ajuste de pH dos substratos comerciais.

2.3 Produção de *Pinus*

A expansão da silvicultura se tornou necessário devido a demanda em escala industrial para obtenção de inúmeros produtos. Visando atender essa demanda, utilizam-se espécies exóticas e de rápido crescimento, obtendo-se dessa forma os volumes requeridos (Cademarcori, 2012). Dentre essas exóticas, está o *Pinus* sp., que foi introduzida no Brasil há mais de 1 século, trazido por imigrantes europeus, para fins ornamentais. Em meados de 1880, teve sua introdução no Rio Grande do Sul. Contudo, sua expansão iniciou em 1948, por iniciativa do Serviço Florestal do Estado de São Paulo, onde foram introduzidos o *P. palustres*, *P. echinata*, *P. elliottii* e o *P. taeda*. Cada espécie com diferentes particularidades, como qualidade de madeira, qualidade de resina, capacidade de adaptação, entre outras características. A partir de 1970 e 1980 foram promovidos alguns incentivos fiscais que proporcionaram o desenvolvimento da indústria florestal brasileira (Shimizu, 2008).

Segundo o Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, há cerca de 2 milhões de hectares de *Pinus* sp. plantados atualmente no Brasil, com produtividades médias de 18 a 28m³/ha/ano. Com o manejo intensivo e sistemas tecnificados, a produtividade pode ser potencializada (IPEF, 2015).

Um dos produtos gerados no cultivo de *Pinus* é a produção de lenha. Esse é responsável por 3,6 milhões de metros cúbicos, tendo sua produção concentrada na região sul, representando 78% do montante e obtendo um produto com valor agregado representando 95% do faturamento nacional. Dentre os estados mais produtivos destacam-se Santa Catarina (46%) Paraná (38%) e Rio Grande do Sul (16%) (IBGE, 2013).

Através do cultivo de *Pinus* podem ser obtidos os produtos como as resinas. Essas são extraídas sem o corte das árvores, somente através de uma incisão no caule e coleta da exsudação, sendo após beneficiada, utilizada para a elaboração de tintas, solventes, entre outros. Esse processo iniciou em conjunto com a expansão desse cultivo na década de 70, que com o passar do tempo, tornou o Brasil de importador de resina para exportador, juntamente com seus derivados (Ferreira, 2001).

Outro produto, com excelente característica, é a casca de *Pinus*. Utilizada no paisagismo como forrações, formando um “mulching”, auxilia no controle de plantas invasoras e processos erosivos. Além dessas utilidades, a casca pode servir para a elaboração de substratos comerciais em mistura com outras matérias primas, obtendo novos substratos. Suguino (2011), ao avaliar o desenvolvimento de grumixama em casca de *Pinus* em diferentes granulometrias, verificou que o desenvolvimento vegetal foi favorecido quando o espaço poroso total foi inferior a 90% (v:v). Contudo, a adequação do substrato à cultura que se deseja propagar é fundamental para que a

mesma possa expressar o seu maior potencial de desenvolvimento (Ludwig *et al.*, 2010).

Um dos resíduos gerados no cultivo de *Pinus* é a acícula. As acículas são folhas modificadas, pouco exploradas e com grande acúmulo na serapilheira. Kleinpaul (2005) estima que o acúmulo de serapilheira em uma floresta de *Pinus* pode chegar a 21,9 toneladas por hectare, sendo composta por 57% de acícula, 16,7% de galhos, 15,9% de estruturas reprodutivas, 2,5% de cascas e 7,7% outros materiais. Coito e Brito (1980), mostraram que árvores com oito anos de idade podem produzir uma média de 17,5 kg de acículas por árvore, com 50% de umidade. Com isso, os solos com o cultivo de *Pinus* apresentam uma tendência a possuírem pH ácido pelo acúmulo expressivo de acículas na superfície do solo (Schumacher *et al.*, 2002).

O acúmulo de acículas pode facilitar a propagação de incêndio e servir de abrigo para algumas pragas, sendo adotada, em alguns casos, a remoção de forma química, biológica ou mecânica deste material (Brand, 2014). Estudos comprovam que acículas podem ser utilizadas como fonte de energia pelo alto poder calorífico (11,96 MJ/kg), sendo superior a torta de mamona, bagaços e aparas de madeira, porém inferior aos tradicionais materiais como o carvão (16,24 MJ/kg).

Outro potencial mais nobre é a possibilidade de utilização das acículas como condicionadoras de substratos e/ou solo. Em pomares de mirtilo, as acículas estão sendo utilizadas como condicionadores de solo, uma vez que misturadas ao solo, alteram o pH do meio, atendendo a exigência de pH ácido da cultura (Ristow, 2015). Dessa forma, há necessidade de maiores estudos quanto a possível utilização de acícula de *Pinus* para tal fim, cientes que se pode ajustar proporção e granulometria do material a ser utilizado.

Conforme relatado por Suguino (2011), a alteração do tamanho de partícula poderá influenciar as características físicas e químicas de um novo substrato. Outra

forma, é a proporção de produto para a elaboração de um novo substrato em detrimento de outro. Zanetti (2003) ao avaliar substratos com mesmo material de origem, porém com proporções diferentes, observou grande alteração nas características físicas.

Um dos riscos de uso das acículas de *Pinus* é o potencial efeito alelopático dessas, fato relatado por Schumann *et al.* (1995). Contudo, os resultados são controversos, havendo outros relatos indicando ausência desse efeito em picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e alface (*Lactuca Sativa*) (Ferreira *et al.*, 2007), atribuído às diferentes metodologias empregadas. Também pode ser causado pelo estágio de decomposição da acícula, pois extratos aquosos de acícula moderadamente decomposta e em decomposição avançada não afetam a germinação e o desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. Porém, a germinação, o comprimento de radícula e de epicótilo e a velocidade de germinação de *Avena strigosa* foram afetados quando cultivadas na presença de extrato aquoso de acícula verde de *Pinus taeda* (Sartor *et al.*, 2009).

2.4 Referências bibliográficas

ABAD, M. Los sustratos hortícolas y técnicas de cultivo sin suelo. In: RALLO, L.; NUEZ, F. (Ed). **La horticultura Española en la C.E.** Reus : Horticultura S.L, 1991. p. 271-280.

ABREU, M.F. *et al.* Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2002. p. 17-28.

ABISOLO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CONDICIONADORES DE SOLO, FERTILIZANTES FOLIARES, ORGÂNICOS, ORGANOMINERAIS E SUBSTRATOS PARA PLANTAS. **Números.** 2009. Disponível em: <abisolo.com.br>. Acesso em: 27 jun. 2014.

ASSOCITRUS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CITRICULTORES. **Reportagem do dia 22/10/2009.** Disponível em: <<http://www.associtrus.com.br/index.php?xvar=mostranoticia&id=1734&idtipo=1>>. Acesso em: 29 set. 2014.

BOARO, V. **Manejo do pH de substrato orgânico alcalino visando a produção de mudas cítricas**. 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

BRAND, M. A. *et al.* Influência das dimensões da biomassa estocada de *Pinus taeda* L. e *Eucalyptus dunnii* Maiden na qualidade do combustível para geração de energia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 175-183, Feb. 2014 .

BRUNI, V.C. **Avaliação do processo operacional de compostagem aerada de lodo de esgoto e poda vegetal em reatores fechados**. 2005. 114 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CADEMARTORI, P. H. G. *et al.* Modification of static bending strength properties of *Eucalyptus grandis* heat-treated wood. **Material Research**, São Carlos, v. 15, n. 6, p. 922-927, Dec. 2012.

CARVALHO, S. A. Estratégias para estabelecimento e manutenção de matrizes, borbulheiras e viveiro de citros em ambiente protegido. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS–TRATOS CULTURAIS, 5., 1998 Bebedouro. **Anais**. Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p.67-101.

CARVALHO, S.A. Regulamentação atual da Agência de Defesa Agropecuária para a produção, estocagem, comércio, transporte e plantio de mudas cítricas no Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v.24, n.1, p.1990. p.239, 2003.

CARVALHO, G. F. G. Aplicação De Produtos Fitossanitários Na Cultura Dos Citros Utilizando Pulverizador Envolvente. 2014. 63 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2014.

COUTO, H. T.; BRITO, J. O. Inventário de resíduos florestais. **IPEF**, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. A.1-A.13, jul. 1980.

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

FERMINO M. H. Substratos: composição, caracterização e métodos de análises. Guaíba: Agrolivros, 2014. 112p. il.

FAO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **FAOSTAT Base de dados estatísticos**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 27 jul. 2014.

FARIAS W. C. *et al.* Caracterização física de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista ACSA**, [Patos], v.8, n.3, p1-5, abr-jun, 2012.

FERREIRA, J. **Análise da cadeia produtiva e estrutura de custos do setor brasileiro de produtos resinosos**. 2001.120p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

FERREIRA, M. C.; SOUZA, J. R. P.; FARIA, T. J. Potenciação alelopática de extratos vegetais na germinação e no crescimento inicial de picão-preto e alface. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1054-1060, ago. 2007.

FONTENO, W. C. Growing media: types and physical/chemical properties. In: REED, D. W. (Ed.) **A Growers Guide to Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops**. Batavia: Ball, 1996. p.93-122.

GHINI, R. **Coletor solar para desinfestação de substratos para produção de mudas sadias**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 5 p. (Circular técnica, n. 4)

GOMES, J. M.; PAIVA, H. P. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 116p. (Caderno Didático, 72)

GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. 427p.

HAAG, H.P. *et al.* Ciclagem de nutrientes em florestas implantadas de Eucalyptus e Pinus. II- contribuição de nutrientes na manta. **O Solo**, Piracicaba, v.70, n.2, p.28-31, 1978.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. **Sistema de Recuperação Automática – SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=t&o=11>>. Acesso em: 24 jun. 2014.

KÄMPF, A.N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.). **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p. 139-145.

KLEINPAUL, Isabel Sandra, *et al.* Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em Pinus elliottii Engelm, Eucalyptu ssp. e floresta estacional decidual. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.965-972, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n6/a16v29n6.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 15.

KOLLER, O. C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre, RS: Rígel, 1994.

KRATZ, D. *et al.* Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.6, p.1103-1113, 2013.

LEPSCH, I.F. Influência do cultivo de Eucalyptus e Pinus nas propriedades químicas de solos sob cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.4, p.103-107, 1980.

LIMA, J. E. O. Novas técnicas de produção de mudas cítricas. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 7, .2, p. 463-468, 1986.

LIMA, D.V. *et al.* Macro e micronutrientes no crescimento do braquiarião e da soja em latossolos sob cerrado da região de Cuiabá - MT. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, p.96-104, 2000.

LIMA, R. L. S. *et al.* Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 474-479, 2006.

LUDWIG, F. *et al.* Análise de crescimento de gérbera de vaso conduzida em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 70-74, 2010.

MAGALHÃES, R.; LEONHARDT, C.; FIOR, C. S. Uso de enxofre para correção do pH de composto orgânico. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13., Porto Alegre. **Resumos**. Porto Alegre: UFRGS-PROPESQ, 2005. 1 CD-ROM

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; FERNANDES, H. S. Substratos formulados com vermicomposto e comerciais na produção de mudas de couve-flor. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 4, n. 3, p. 191-196, 1998.

MORAES, L. A. H., SOUZA, E. L. S., BRAUN, J. **Cadeia produtiva da laranja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Ciência e Tecnologia - Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, 1998. 49p. (Boletim Técnico, 5)

NASCIMENTO, C.W.A. *et al.* Fracionamento, dessorção e extração química de zinco em latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.26, p.599-606, 2002.

OLIVEIRA, R. P. de *et al.* **Mudas de citros**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 32 p. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de produção, 1)

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. **Infra-estrutura e custo de produção de mudas certificadas de citros**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 27p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 118).

PLATT, R. G.; OPITZ, K. W. Propagation of citrus. In: REUTHER, W. (Ed.). **The citrus industry**. Riverside: University of California, 1973. V.3, p. 1-47.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Normas e padrões de produção de mudas de fruteiras para o Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1998.

RISTOW, N.C. *et al.* Crescimento de plantas de mirtilo a partir de mudas micropropagadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.210-215, 2009.

SARTOR, L.R. *et al.* Alelopatia de acículas de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1653-1659, Sept. 2009.

SCHÄFER, G. **Caracterização molecular, diagnóstico e avaliação de portaenxertos na citricultura gaúcha**. 2000. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2000.

SCHAFER, G.; BASTIANEL, M.; DORNELLES, A. L. C. Porta-enxertos utilizados na citricultura. **Ciência Rural** [online], Santa Maria, v.31, n.4, p. 723-733. 2001.

SCHÄFER, G. *et al.* Desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos cítricos cultivados em diversos substratos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém, Pará. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002.

SCHÄFER, G. **Produção de porta-enxertos cítricos em recipientes e ambiente protegido no Rio Grande do Sul**. 2004. 129 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p.937-944, 2002.

SCHUMACHER, M. V. *et al.* Estoque de carbono em florestas de *Pinus taeda* L. e *Acacia mearnsii* De Wild. plantadas no estado do Rio Grande do Sul-Brasil. In: SANQUETA, C.R. *et al.* (Org.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2002. p.141-152.

SCHUMANN, A. W.; LITTLE, K. M.; ECCLES. Suppression of seed germination and early seedling growth by plantation harvest residues. **South African Journal of plant and Soil**, Pretoria, v. 12, n. 4, p. 170-172, 1995.

SERRANO, L.A.L. *et al.* Efeito de sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta no estado nutricional de porta-enxerto cítrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.524-528, 2004.

SHIMIZU, J. Y.; SEBBENN, A. M.; AGUIAR, A. V. Produção de resina de *Pinus* e melhoramento genético. In: SHIMIZU, J. Y. (Ed.). **Pinus na silvicultura brasileira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p. 193-206

SOUZA, P. V. D.; SCHÄFER, G. Produção de mudas de tangerineiras. In: KOLLER, O. C. (Org.) **Citricultura: cultura de tangerineiras: tecnologia de produção, pós-colheita e industrialização**. Porto Alegre: Editora Rígel, 2009. 400p.

STUCHI, E. S. Adensamento de plantio: estratégia para a produtividade e lucratividade na citricultura. **Revista Ciência e Prática**, Bebedouro, v.16, p.5-6, 2005.

SUGUINO, E. *et al.* Efeito da porosidade do substrato casca de pínus no desenvolvimento de mudas de grumixameira¹. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. spe1, p. 643-648, out. 2011.

TABAJARA, S. M.; COLÔNIA, E. J. Casca de arroz e meio ambiente. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 39, n. 369, p. 10-12, 1986.

VEIHMEYER, F. J.; HENDRICKSON, A. H. Methods of measuring field capacity and wilting percentages of soils. **Soil Science**, Madison, v.68, p.75-94, 1949.

VERDONCK, O.; PENNINCK, R.; De BOODT, M. The physical properties of different horticultural substrates. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Wageningen, n.150, p.155-160, 1983.

ZANETTI, M. *et al.* Características físicas de substratos para a produção de mudas cítricas sob telado. **Laranja**, Cordeirópolis, v.24, n.2, p.519-530, 2003.

3 CAPÍTULO 1

Potencial da acícula de *Pinus* sp. para uso como substrato para plantas

(Manuscrito encaminhado de acordo às normas da Revista Floresta)

POTENCIAL DA ACÍCULA DE *PINUS* sp. PARA USO COMO SUBSTRATO PARA PLANTAS

Henrique Ceccagno¹, Paulo Vitor de Souza², Gilmar Schäfer³.

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Horticultura e Silvicultura, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, hike_c@hotmail.com.

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Horticultura e Silvicultura, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Horticultura e Silvicultura, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Recebido para publicação: Aceito para publicação:

Resumo

Há carência no sul do Brasil de resíduos orgânicos com características físicas e químicas adequadas, de fácil acesso e com grande disponibilidade para uso como substrato. Atualmente esta região apresenta 80% da produção nacional de *Pinus* sp., havendo acúmulo de acículas na serapilheira. Neste contexto, objetivou-se avaliar as características químicas, físicas, biológicas e o efeito alelopático de acículas de *Pinus*, analisando seu potencial uso como componente de substrato. O experimento foi desenvolvido nas dependências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foram coletadas acículas em diferentes estádios de decomposição (5, 12 e 16 meses), "in situ". Os materiais foram secos e triturados em três granulometrias (8; 3,5 e 2,0 mm). Foram avaliados os materiais de forma individual e em mistura entre as diferentes épocas de decomposição e granulometrias das acículas de *Pinus*. Em relação às características químicas verificou-se que o pH da acícula é ácido. A condutividade elétrica das acículas são inferior a 0,63 mS.cm⁻¹, decrescendo ao longo do estagio de decomposição pela ação do intemperismo e sendo influenciada pela tamanho de partícula. A porosidade total e o espaço de aeração observados as caracterizam como substratos. Os tratamentos não apresentam capacidade de retenção de água (CRA) próxima à ideal. Contudo, 25% de acícula de 2,0 mm em mistura com 75% de acículas de 3,5 mm proporcionaram melhor ajuste. O material em estudo não apresentou efeito alelopático nem a presença de fungos patogênicos.

Palavras-chave: granulometria, propriedades físicas; propriedades químicas; propriedades biológicas; alelopatia;

Abstract

There is a shortage in southern Brazil organic waste with physical and chemical characteristics suitable, easily accessible and widely available for use as a substrate. Currently this region has 80% of the national production of *Pinus* sp., with pine needles accumulation in the litter. In this context, the objective was to evaluate the chemical, physical, biological and allelopathic effect of pine needles, analyzing their potential use as substrate component. The experiment was conducted on the premises of the Federal University of Rio Grande do Sul. Needles were collected at different stages of decomposition (5, 12 and 16 months), "in situ". The materials were dried and shredded into three particle sizes (8, 3.5 and 2.0 mm). They were evaluated individually and in mixtures between different times of decomposition and size particle of pine needles. Regarded to the chemical characteristics it was found that the pH of the pine needles is acid. The electrical conductivity of the needles are less than 0,63 mS.cm⁻¹, decreasing along the stage of decomposition by the action of weathering and being influenced by particle size. The total porosity and aeration space observed characterize them as substrate. The treatments did not have water holding capacity (WHC) close to ideal. However, 25% of 2,0 mm *Pinus* needles in a mixture with 75% of 3.5 mm needles provided the best fit. The material under study showed no allelopathic effect nor the presence of pathogenic fungi.

Keywords: grain size, physical properties; chemical properties; biological properties; allelopathy;

INTRODUÇÃO

Substrato é conceituado como sendo todo material sintético, mineral ou orgânico, puro ou em mistura, que proporciona condições favoráveis para o desenvolvimento de plantas fora do solo, tendo função de sustentação, disponibilização ou não de nutrientes, água e oxigênio (ABAD & NOGUEIRA, 1998; KAMPF, 2004;).

A utilização de substratos como meio de desenvolvimento de plantas se expandiu de forma significativa em diversos sistemas produtivos, abrangendo a fase de produção de mudas (sementeiras) até o cultivo de plantas adultas, com uso de recipientes de grande volume. Segundo Abisolo (2014) (Associação Brasileira das Indústrias de Condicionadores de Solo, Fertilizantes Foliaves, Orgânicos, Organominerais e Substrato para Plantas) o faturamento com substrato passou de 235 milhões em 2013 para 824 milhões em 2014. Este panorama deve-se à possibilidade de um manejo mais adequado da água; fornecimento de nutrientes em doses e épocas apropriadas e, de acordo com os períodos de maior necessidade; redução dos riscos de salinização por meio da lixiviação de sais; redução de problemas fitossanitários das culturas, principalmente de raízes (*Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*) (BLANC, 1987), além da redução dos impactos ambientais gerados pela não utilização de solo como substrato.

Embora sejam escassas as informações oficiais sobre os volumes de substratos produzidos ou comercializados no Brasil, segundo ABISOLO (2009), existe uma grande diferença entre os valores comercializados e estimados. Esta diferença deve-se ao fato de grande parte do mercado ser desconhecido, ou seja, comercializar produtos sem apresentar as devidas garantias exigidas por lei (FERMINO, 2014), entre outros fatores, havendo um grande mercado a ser explorado com produtos de qualidade.

A utilização de substrato, como meio de cultivo em vaso, passou por um longo processo evolutivo, sendo utilizado inicialmente solo; após, substituído por resíduos orgânicos como cascas, turfa, serapilheira (ABISOLO, 2009) e atualmente inúmeras pesquisas comprovam o potencial de diversos materiais provenientes das indústrias. Estes resíduos podem ser utilizados como substratos ou condicionadores (SPIER, 2009), reduzindo desta forma, principalmente a utilização da turfa, que em diversos países como Estados Unidos, França, Nova Zelândia e Alemanha, está sendo substituída por misturas e por outras matérias primas (SMITH, 2008; CARLILE, 2008). Além disto, as restrições às quais visam minimizar os riscos de introdução de patógenos no Brasil acabam dificultando o uso imediato deste material (BRASIL, 2015).

A partir de uma única matéria prima ou mistura entre materiais podem ser obtidos inúmeros substratos com características físicas distintas, pela alteração do tamanho das partículas e/ou densidade de empacotamento. A equivalência de proporções entre misturas nem sempre gera produtos intermediários. Fonteno (1996) afirma que o mais importante em um substrato é a análise laboratorial identificando a característica do meio e não do que ele é composto.

Os substratos devem atender às características químicas (potencial de hidrogênio - pH e condutividade elétrica - CE), físicas (densidade, porosidade total - PT, espaço de aeração - EA e capacidade de retenção de água - CRA) e biológicas (isenção de fungos patogênicos e plantas daninhas) conforme a legislação vigente (BRASIL, 2007). Também devem apresentar estabilidade de partícula, ter baixo custo e constante e suficiente oferta.

No Brasil há uma grande utilização de substratos à base de casca de *Pinus* compostada, além de outros constituídos de fibra de coco, vermiculita expandida, casca de arroz e casca de *Pinus* carbonizada, entre outros materiais provenientes da indústria

local. Contudo, grande parte destes materiais apresentam pH alcalino, que acarreta na indisponibilização de micronutrientes.

Levantamento, realizado no sul do Brasil, indicou que 66,4% das amostras de substratos orgânicos enviadas ao Laboratório de Substratos para Plantas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (SCHÄFER *et al.* 2015), apresentaram valores de pH superiores à faixa considerada ideal conforme Kämpf (2005). Existem poucas formas de acidificação de substratos, destacando-se adubação de reação ácida e a mistura com materiais ácidos. A reação ácida é eficiente, através do uso do enxofre elementar, porém provoca elevação excessiva da condutividade elétrica do substrato (BOARO, 2013).

Ristow (2009) comprovou que a utilização de acículas de *Pinus*, que apresenta pH ácido, em mistura com solo promoveu uma acidificação deste e proporcionou maior desenvolvimento de mudas de mirtilo. Contudo, para que haja uma acidificação de solo na camada superficial e ao longo do perfil é necessário longo período de acúmulo de serapilheira de acículas e permanência do cultivo de *Pinus* sp. no local (BRUN, 2009).

O cultivo de *Pinus* sp. abrange grandes extensões de terra na região sul do Brasil. Segundo IBGE (2013), esta cultura ocupa cerca de dois milhões de hectares em território nacional, sendo os estados de Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul responsáveis por 95% da produção de lenha de *Pinus* e madeira em tora para papel e celulose. Com média de produtividade de 18 a 28 m³ha⁻¹ano⁻¹, esta cultura gera inúmeros subprodutos como a extração de resina, a madeira (celulose, chapas e MDF) e as cascas para utilização de forrações de vasos e fins paisagísticos. A acícula é um dos produtos oriundos deste cultivo, que ainda é pouco explorado (IPEF, 2014).

Segundo Kleinpaul (2005), o acúmulo de acícula na serapilheira representa 57,2% das 21,92 t.ha⁻¹ acumuladas. Este grande acúmulo de acícula na serapilheira gera uma acidificação superficial nas áreas de cultivo, uma vez que as características químicas do resíduo depositado influenciam o pH (SCHUMACHER *et al.*, 2002) e possuem efeitos alelopáticos, prejudicando o ambiente (SARTOR *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2007).

Este volume de acícula é significativo e está disponível o ano todo, com potencial de uso como material componente de substratos.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar as características químicas, físicas, biológicas e alelopáticas de acículas de *Pinus* sp., visando sua utilização como meio de cultivo de plantas em recipiente e/ou condicionador de substratos.

MATERIAL E MÉTODOS

As acículas empregadas no estudo foram coletadas na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS; 30°29'S e 51°06'W). As análises físicas, químicas e a avaliação do efeito alelopático das mesmas foram realizadas no Laboratório de Substratos para Plantas do Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS), localizado no Campus da Faculdade de Agronomia (UFRGS), em Porto Alegre/RS (30°04'S, 51°08'O).

O clima característico da região na qual a EEA/UFRGS está inserida é o Cfa (subtropical úmido), com verões quentes, segundo classificação de Köppen. O solo da área experimental pertence à Unidade de Mapeamento Arroio dos Ratos, correspondente ao Plintossolo de textura média, sendo raso, com altos teores de areia grossa, imperfeita drenagem e com relevo suavemente ondulado.

As acículas foram coletadas em diferentes fases, com 5, 12 e 16 meses de decomposição “in situ”, determinada pela data do corte da floresta e permanência destes indivíduos no local. As acículas decompostas por cinco meses ainda se encontravam aderidas às plantas, sendo os demais tratamentos coletados da serapilheira ao chão, sob as árvores. Após a coleta, os materiais foram transportados ao DHS, onde foram secas sobre bancadas dentro da casa de vegetação, em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C), por 15 dias, visando retirar o excesso de umidade para posterior trituração. Após, os materiais foram triturados em um moinho em três granulometrias distintas, passando por peneiras de 8; 3,5 e 2 mm.

Estudo 1: realizou-se a avaliação das características físicas, químicas e biológicas individuais de cada tratamento. O delineamento experimental adotado foi completamente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, com a parcela principal constituída pelos tempos de compostagem (5, 12 e 16 meses) e as sub-parcelas constituídas pelos tamanhos de partícula (8, 3,5 e 2 mm), originando 9 tratamentos e três repetições. Foram avaliadas as características químicas (pH em H₂O e condutividade elétrica-CE pelo método 1:5 (v:v)), físicas (densidade-D, porosidade total-PT, espaço de aeração-EA, água disponível-AD, água facilmente disponível-AFD, água tamponante-AT, água remanescente-AR), conforme Instrução normativa nº 31, de 23 de outubro de 2008 (BRASIL, 2008). A análise biológica foi realizada após coleta de uma amostra composta dos diferentes estádios de decomposição e granulometrias, sendo realizada pelo Laboratório de Diagnóstico Fitossanitário e Consultoria – Agrônômica.

Estudo 2: A partir dos resultados obtidos no estudo 1, utilizou-se somente acículas de *Pinus* com 12 meses de decomposição “in situ”, misturando as granulometrias de 2 e 3,5 mm nas proporções de 100/0, 75/25, 50/50, 25/75 e 0/100 (v:v), com três repetições cada. Foram analisadas as características físicas e químicas das novas misturas conforme estudo 1, buscando obter um substrato com características intermediárias. O delineamento experimental foi completamente casualizado, sendo constituída pelos 5 diferentes proporções de acículas entre as granulometrias de 2 mm e 3,5 mm.

Estudo 3: Avaliou-se o efeito alelopático das acículas de *Pinus*, sendo mensurado através da sementeira de *Lactuca sativa* (alface) em substrato constituído de acículas de *Pinus* com granulometria 3,5 mm, com 12 meses de decomposição, comparativamente a sementeira em areia lavada. A sementeira foi realizada em bandejas alveoladas de poliestireno (alvéolo de 27,3 ml) permanecendo em uma câmara de nebulização. O delineamento experimental foi completamente casualizado, com dois tratamentos de quatro repetições e doze plantas por parcela.

Avaliou-se a porcentagem e a velocidade de germinação, o tempo médio de germinação e o índice de velocidade de germinação, segundo metodologias descritas por Maguire (1962).

Os resultados foram submetidos à análise estatística utilizando o software “Statistical Analysis System” (SAS), versão 9,4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independentemente dos tratamentos, a acícula de *Pinus* apresentou pH ácido, com valores na faixa de 4,64 a 5,47 ($\mu = 4,95$) (Tabela). Estes valores são próximos aos encontrados por Schumacher *et al.* (2002), estudando a camada superficial de um solo coberto por serapilheira de *Pinus* sp., confirmando o caráter ácido das acículas. Este pH

ácido, difere da maioria dos substratos comercializados na região sul tais como os substratos Humosolo ES a base de casca de eucalipto (Vida[®]) e composto B (Ecocitrus[®]) apresentando pH $7,2 \pm 0,5$ e $8,0$ respectivamente.

Tabela 1. Potencial hidrogeniônico (pH) de acículas de *Pinus* sp. submetidas a tempos de decomposição e granulometrias diferentes, pelo método 1:5 (v:v). EEA/UFRGS, 2014.

Table 1. Hydrogenic potential (pH) of acicula of *Pines* sp. subjected to different decomposition times and particle size, by the method 1:5 (v:v). EEA/UFRGS, 2014.

Granulometria (mm)	Tempo de Decomposição (meses)					
	5		12		16	
	----- pH -----					
2	4,59	bC*	4,73	cB	5,35	bA
3,5	4,64	bC	4,82	bB	5,35	bA
8	4,71	aC	4,87	aB	5,47	aA

*Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Comparações Múltiplas de Bonferroni, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A acidez das acículas diminuiu proporcionalmente com o tempo de compostagem “in situ”, provavelmente por haver uma lixiviação do ácido gálico gerado na decomposição dos taninos. Apesar de haver diferença significativa entre os tamanhos de partículas, todos os resultados encontram-se dentro da mesma faixa de pH para cada época de decomposição. Porém, à medida que se diminui o tamanho de partícula aumenta a acidez, devido a maior área superficial específica destes, acarretando uma maior liberação de ácidos ao meio, cientes que após a trituração o material não esteve mais suscetível às intempéries.

Apenas as acículas com 16 meses de decomposição apresentaram valores de pH dentro da faixa ideal (5,2 – 5,5) para substratos orgânicos (KÄMPF, 2005) indiferentemente da granulometria, sendo os demais ácidos. Esta acidez pode ser corrigida com calcário, além do que, estes materiais podem ser utilizados em misturas com materiais alcalinos, atuando como condicionadores de substratos.

Merece destaque o pH ácido das acículas de *Pinus* sp., pois difere da maioria dos 479 materiais analisados por Schäfer *et al.* (2015) sendo alcalinos, no período de 2012 à 2014. Portanto, este material apresenta um grande potencial para mistura com substratos alcalinos, visando redução de pH para faixas ideais de 5 a 6,5 relatadas por Calvin *et al.* (2000) ou 5,2 a 5,5 por Kämpf (2005).

As acículas de *Pinus* sp., independentemente do tamanho das partículas e do tempo de decomposição, apresentaram índices baixos de condutividade elétrica (CE) (Tabela 2. Condutividade elétrica (CE) de acículas de *Pinus* sp. submetidas a tempos de decomposição e granulometrias diferentes, pelo método 1:5 (v:v). EEA/UFRGS, 2014.2) segundo Calvin *et al.* (2000). Segundo estes, para o bom desenvolvimento de plantas em recipientes a faixa normal de CE para substratos orgânicos deve ser de 0,36 a 0,65 mS.cm⁻¹ (pelo método 1:5). Esta redução na CE observada ao longo do tempo é possivelmente resultado da lixiviação de sais para o solo durante a decomposição. Todavia, ao se reduzir o tamanho de partícula há um aumento da CE, isto decorre da maior liberação de sais pela maior área superficial específica do material após a trituração.

Os resultados de CE das acículas de *Pinus* sp. indicam a necessidade de manejo de adubação, requerendo uma solução nutritiva externa, uma vez que a maioria dos tratamentos apresentaram níveis baixos (0,16 a 0,35 mS.cm⁻¹) de CE (Tabela 2).

Tabela 2. Condutividade elétrica (CE) de acículas de *Pinus* sp. submetidas a tempos de decomposição e granulometrias diferentes, pelo método 1:5 (v:v). EEA/UFRGS, 2014.
Table 2. Electrical conductivity (EC) of *Pines* sp. leaves subjected to different decomposition times and particle size, by the method 1:5 (v:v). EEA/UFRGS, 2014.

Granulometria (mm)	Tempo de Decomposição (meses)					
	5		12		16	
	CE (mS.cm ⁻¹)					
2	0,63	aA	0,63	aA	0,28	aB
3,5	0,51	bA	0,51	bA	0,24	bB
8	0,35	cA	0,35	cA	0,16	cB

*Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Comparações Múltiplas de Bonferroni, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Estes níveis baixos de sais são considerados uma excelente característica para substratos, pois permite ajustar a fertirrigação segundo a necessidade de cada cultura, além disto, difere dos 43,6% dos materiais analisados no período de 2012 a 2014 no Lab. de Substratos para Plantas do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia/UFRGS que possuem CE acima do normal (SCHÄFER *et al.*, 2015).

Para as características físicas analisadas a densidade dos tratamentos das acículas são adequadas para cultivos em bandejas ou tubetes (100 a 300 kg.m⁻³) e vasos até 30 cm de altura (200 a 400 kg.m⁻³), conforme resultados da Tabela 33. Além das acículas serem pouco densas, característica favorável para um substrato (KÄMPF, 2004), a densidade está diretamente relacionada com o tamanho de partícula. Nota-se que quanto menor o tamanho de partícula maior a densidade do material. A baixa densidade favorece sua utilização em recipientes e a realização de mistura com materiais densos como bagaços, tortas, substituindo alguns tipos de turfa com densidade variando de 100 a 300 kg.m⁻³.

Tabela 3. Densidade seca (kg.m⁻³) de acículas de *Pinus* sp. submetidas a diferentes tempos de decomposição e granulometrias. EEA/UFRGS, 2014.

Table 3. Dry Density (kg.m⁻³) of acicula of *Pines* sp. submitted at different times of decomposition and particle size. EEA / UFRGS, 2014.

Granulometria (mm)	Tempo de decomposição (meses)					
	5		12		16	
2	312,13	aA*	281,18	aB	268,73	aC
3,5	253,48	bA	221,40	bB	230,04	bB
8	179,01	cA	141,99	cC	157,57	cB

*Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si, pelo teste de Comparações Múltiplas de Bonferroni, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Os valores médios de PT permeiam na faixa de 80,61 a 85,8% estando próximo aos valores ideais relatados por De Boodt e Verdinck (1972) de 85% de porosidade total

e 15% de sólidos. A pequena variação existente deve-se ao rearranjo das partículas as quais podem gerar pequena variação na porosidade total de um substrato. Nenhum dos tratamentos apresentou a porcentagem de retenção de água adequando citada por este (Figura 1). Detectou-se que com o aumento do tamanho de partícula de 2,0 para 8 mm, o EA passa de 9% a 51,5%, porém apenas o tratamento com granulometria 3,5 mm e 16 meses de decomposição apresentou valor de 26,8%, estando na faixa ideal relatada de 20-30%. Devido à interação ($p > 0,001$) entre os fatores, há possibilidade de ajustar a granulometria ou época de decomposição visando proporcionar um EA próximo ao ideal.

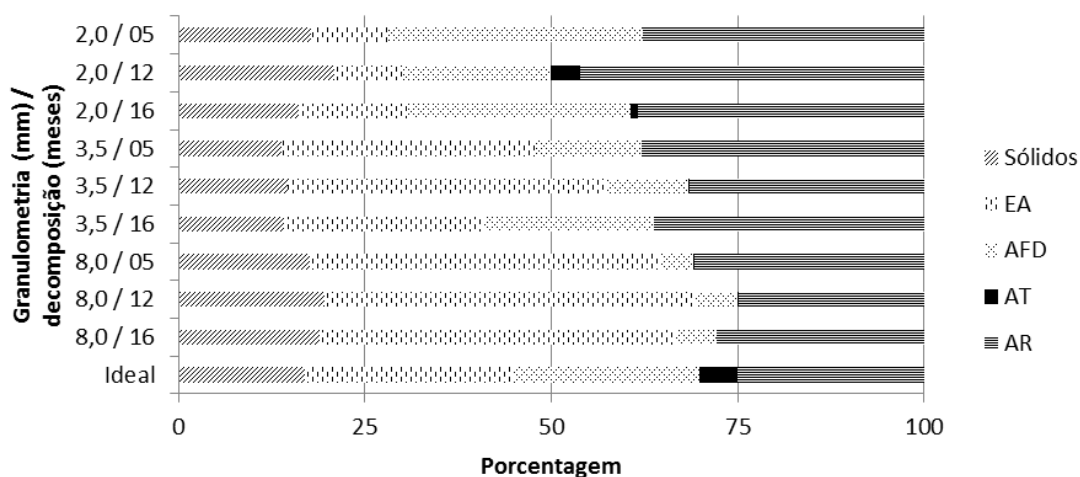
A AFD apresenta valores inversos ao EA, ou seja, ao reduzir o EA aumenta a porcentagem de AFD. O EA nos tratamentos com granulometria de 2,0 mm não diferem entre si, apresentando valores próximos aos ideais (20 - 30 %) relatados por De Boot e Verdonck (1972).

Acículas de 12 meses de decomposição e granulometria de 2 mm apresentaram 4 % de AT, sendo o único tratamento próximo ao ideal. A baixa retenção de água da acícula está associada à sua composição, que dificulta a absorção de água e liberação depois de hidratada.

Os teores de AR não diferiram entre os estágios de decomposição. Contudo, o tratamento de 5 meses de decomposição nas três granulometrias (2,0; 3,5 e 8 mm) não diferiram apresentando valor médio de 35,4%, valor muito superior aos recomendados pela literatura. Comparando os tratamentos nas diferentes épocas de decomposição e na mesma granulometria, se verifica uma pequena variação, comprovando-se a estabilidade do material pela manutenção das porcentagens de EA, AFD, AR e AT avaliado dentro de uma mesma granulometria (Figura 1). Apesar de nenhum tratamento apresentar todas as características físicas ideais como substrato em um mesmo tratamento, a realização de misturas entre estes, adequando a granulometria e época de decomposição e/ou utilizá-los como condicionadores, é uma técnica plausível e corriqueira no ajuste de novos materiais.

Figura 1. Curvas de retenção de água dos diferentes tratamentos de acículas de *Pinus* sp. comparadas à curva ideal. Tratamento (granulometria-mm/época de decomposição-meses). EA: espaço de aeração; AFD: água facilmente disponível; AT: água tamponante; AR: água remanescente. EEA/UFRGS, 2014.

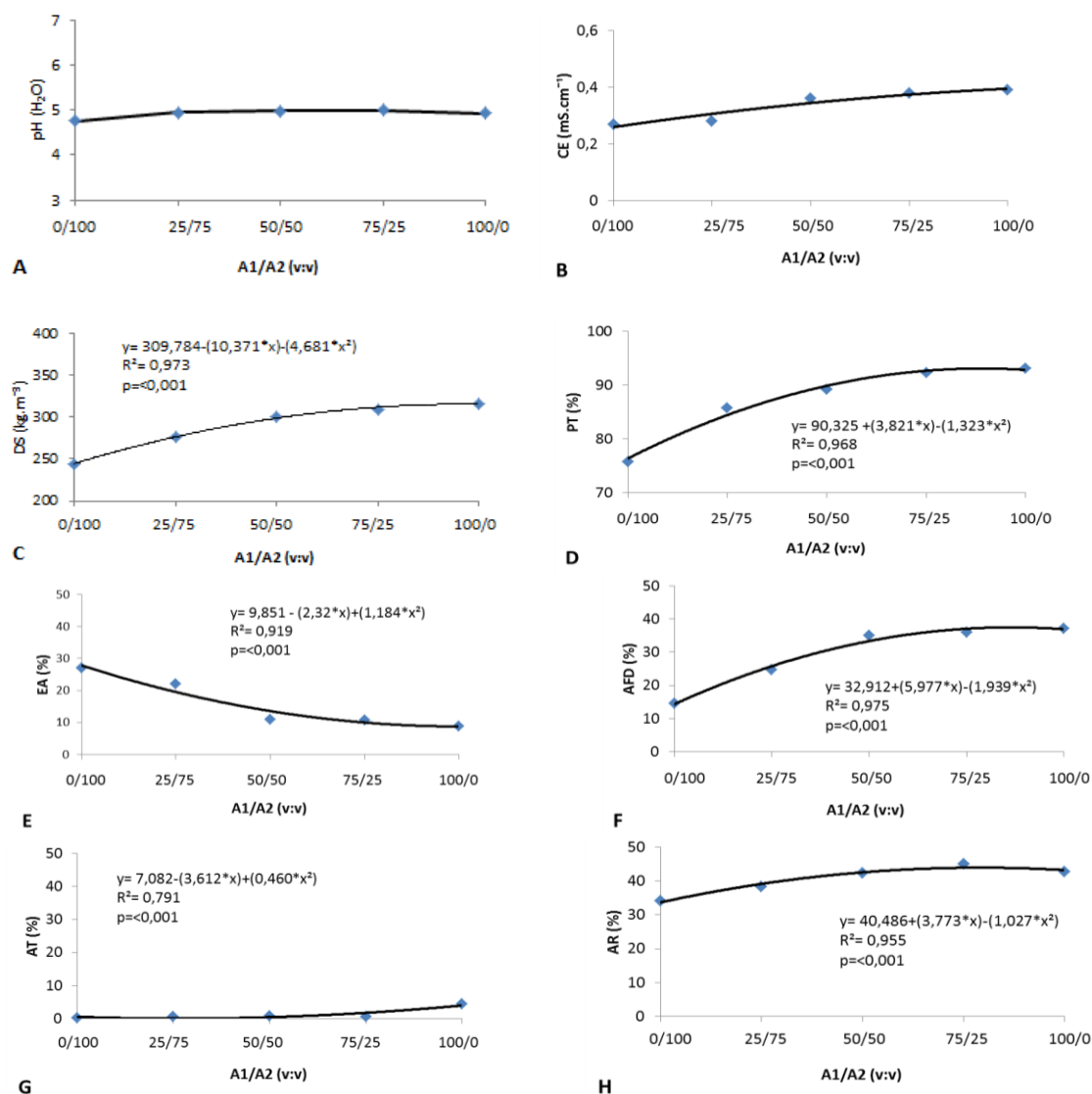
Figure 1. Water retention curves of different treatments of acicula of Pines sp. compared to the ideal curve. Treatment (grain size-mm / season decomposition-months). AS: aeration space; EAW: Easily available water; BW: buffering water; RW: remaining water. EEA / UFRGS, 2014.



Através da realização de misturas entre as diferentes granulometrias de acícula de *Pinus* sp. (Estudo 2), se obteve resultados similares aos tratamentos de granulometria 2,0 e 3,5 mm com 12 meses de decomposição (Figura 1) na porcentagem de 100% em ambas granulometrias, comprovando resultados obtidos, por se tratar do mesmo material. Contudo, as proporções obtidas entre estas granulometrias, apresentaram comportamento uniforme (Figura 2). À medida que se aumenta a proporção de acícula com granulometria de 3,5 mm a porcentagem de sólidos e EA (Figura 2E) aumentam e a porcentagem de AFD (Figura 2F) e AR (Figura 2H) diminuem, verificando resultado inverso aumentando a proporção de acícula de *Pinus* com granulometria de 2,0 mm. As características químicas mantiveram-se dentro das mesmas faixas, pois são oriundas do mesmo material de origem, havendo apenas diferença na CE (Figura 2B) devido ao tamanho de partícula, apresentando resultados similares ao experimento anterior.

Figura 2. Potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica e curva de retenção de água de diferentes proporções de acículas de *Pinus* sp. (v:v) nas granulometrias 2,0 mm (A1) e 3,5 mm (A2) respectivamente. EEA/UFRGS, 2014. Potencial de hidrogênio em água (A); Condutividade elétrica no método 1:5 (B); Densidade seca (C); Porosidade total (D); Espaço de aeração (E); Água facilmente disponível (F); Água tamponante (G); Água remanescente (H).

Figure 2. Hydrogenionic potential, electrical conductivity and water retention curve of different proportions of acicula of Pines sp. (v: v) in grain sizes 2,0 mm (A1) and 3,5 mm (A2) respectively. EEA / UFRGS, 2014 Hydrogen potential in water (A); Electrical conductivity in Method 1:5 (B); Dry Density (C); Total Porosity (D); Aeration space (E); Easily available water (F); Water buffering (G); Remaining water (H).



O tratamento com a mistura 25/75 (v/v) com granulometria 2,0 e 3,5 mm respectivamente, apresentaram EA, AFD, AT e AR mais próximo do ideal (Figura 1). Contudo, o substrato pode ser alterado através das proporções dos materiais, ajustando-os conforme a necessidade da cultura.

Quanto às características biológicas analisadas, e pela necessidade de propagação de mudas em substrato isento de patógenos, os materiais foram submetidos

à análise fitopatológica e não apresentaram fungos patogênicos conforme legislação vigente. Sendo assim estão aptos para o cultivo de plantas sem prévio tratamento de solarização e ou esterilização com agrotóxicos. Todavia, cada lote deve ser amostrado e monitorado.

Substratos compostos com acículas em estágio avançado de decomposição “in situ” (12 meses), não apresentaram efeito alelopático em alface comparada à germinação em areia lavada em casa de nebulização. O tratamento com acícula de *Pinus* sp. permitiu maior porcentagem de emergência (87,5%), diferindo significativamente do tratamento com areia, que apresentou 60,41%. O tempo médio de emergência (TME) e o índice de velocidade de emergência (IVE) não diferiram entre os tratamentos, com valor médio de 4,54 e 2,43, respectivamente.

Acículas verdes possuem efeito alelopático, sendo prejudiciais à velocidade de germinação, comprimento da radícula e do epicótilo de *Avena strigosa* (SARTOR, 2009). Contudo, os compostos, que geram efeito alelopático provavelmente sejam volatilizados ou lixiviados com a decomposição, o que deve ter ocorrido no presente estudo previamente aos 12 meses de decomposição “in situ”. Resultados similares foram encontrados por Ferreira *et al.* (2007) na germinação de picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e alface (*Latuca sativa* L.) avaliando o efeito alelopático.

CONCLUSÕES

A acícula de *Pinus* sp. possui potencial para uso como substrato e/ou condicionador de substratos, apresentando pH ácido e CE média à baixa.

As características físicas das acículas de *Pinus* sp. as tornam propícias para o cultivo em recipientes, podendo ser manejadas através da alteração do tamanho de partícula ou realização de misturas.

As acículas de *Pinus* sp. apresentam estabilidade física, não apresentando efeito alelopático, nem microorganismos fitopatogênicos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e FAPERGS, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ABISOLO. **Associação Brasileira das Indústrias de Condicionadores de Solo, Fertilizantes foliares, Orgânicos, Organominerais e Substratos para Plantas.** Números. Abisolo 2009. Disponível em: <abisolo.com.br>. Acessado em: 27 jun. 2014.
BLANC, M. ed. *Lescultureshors sol*, Paris: INRA, 1987, 9 – 13p.

BOARO, V. **Manejo do pH de substrato orgânico alcalino visando a produção de mudas cítricas.** 2013. 115f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2007) Instrução Normativa SDA Nº 17, de 24 de maio de 2007. Métodos analíticos oficiais para análise de substratos para plantas e condicionadores de solo. DOU, 24/05/2007, Seção 1, p.9.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2015) Resolução DSV/SDA Nº 6, de 6 de outubro de 2015. Estabelece a coleta de amostras para análise das partidas importadas de turfa de Sphagnum provenientes de qualquer origem autorizada. DOU , 07/10/2015, Seção 1, p.7.

BRUN, E.; BRUN F.; MEYER E.; SCHUMACHER M.; TRÜBY P. Variação da acidez do solo sob plantios de *Pinus elliottii* engelm. de diferentes idades, na região central do rio grande do sul. **Synergismus scyentifica** UTFPR, v. 4, n. 1, 2009.

CAVINS, T. J.; WHIPKER B. E.; FONTENO W. C.; HARDEN B.; McCall I.; GIBSON J. Monitoring and managing pH and EC using the PourThru Extraction Method. **Horticulture Information** Leaflet 590, New 7/2000. Raleigh: North Caroline State University, 2000. 17 p.

CARLILE, W. R. The use of composted materials in growing media. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 779, p. 321-328, 2008.

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

FERMINO M. H.. Substratos: composição, caracterização e métodos de análises. Guaíba: **Agrolivros**, 2014. 112p. il.

FERREIRA, M. C.; SOUZA, J. R. P. de; FARIA, T. J. Potenciação alelopático de extratos vegetais na germinação e no crescimento inicial de picão-preto e alface. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1054-1060, 2007.

FONTENO. W. C. Growing media: types and physical/chemical properties. In: REED, D. W. (ed.) A Growers Guide to Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops. Batavia: Ball, 1996. p.93-122.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2013**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2013/default.shtm>>. Acessado em: 07/09/15.

IPEF. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. **Programa Cooperativo sobre Produtividade Potencial do *Pinus* no Brasil**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/pppib>>. Acessado em: 07/09/15.

KÄMPF, A. N. Evolução e perspectivas do uso de substratos no Brasil. In: BARBOSA, J. G. ; MARTINEZ, H. E. P. ; PEDROSA, M. W. ; SEDIYAMA, Maria Aparecida N. Nutrição e Adubação de Plantas Cultivadas em Substrato. Viçosa: Editora Gráfica da Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 3-10.

KÄMPF, A. N. Produção comercial de plantas ornamentais, Guaíba: **Agropecuária**, 2005. 256 p.

- KLEINPAUL, I. S.; SCHUMACHER M. V.; BRUN E.J.; BRUN F. G. K.; KLEINPAUL J. J. Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em *Pinus elliottii* Engelm, *Eucalyptus* sp. e floresta estacional decidual. **Revista Árvore** 2005, 29 (novembro-dezembro). Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48829616>>.
- KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore** . 2013, vol.37, n.6 pp.1103-1113. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622013000600012&lng=en&nrm=iso>.
- RISTOW, N. C.; ANTUNES L. E. C.; SCHUCH M. W. TREVISAN R. CARPENEDO S. Crescimento de plantas de mirtilo a partir de mudas micropropagadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 210-215, Mar. 2009 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext &pid=S0100-29452009 000100029&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11/07/15.
- SARTOR, L. R.; ADAMI P. F.; CHINI N.; MARTIN T. N.; MARCHESE J. A.; SOARES A. B. Alelopatia de acículas de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. **Ciência Rural**, Santa Maria , v. 39, n. 6, p. 1653-1659, Setembro. 2009.
- SMITH, B. The growing media Market in New Zealand. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 779, p. 179-184, 2008.
- SCHAFER, G. ; SOUZA, P. V. D.; FIOR, C. S.. Um panorama das propriedades físicas e químicas de substratos utilizados em horticultura no sul do Brasil. **Ornamental Horticulture**, v. 21, p. 299-306, 2015.
- SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R.; BARBIERI, S. J. Estimativa do carbono orgânico em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze com 27 anos de idade na região de Quedas do Iguaçu - PR. In: XXV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Rio de Janeiro, 2002.
- SPIER, M. Ajuste de metodologias para análise física de substratos e teste do resíduo de cana-de-açúcar para o cultivo de plantas. 2008. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- SPIER, M., SILVA, D. S., SCHÄFER, G. SOUZA, P. V. D. Cultivo de flor-de-mel em substrato de bagaço de cana-de-açúcar. **Ciência Agrária** vol. 10, núm. 3, maio-junho, 2009, pp. 251-255 UFP, Paraná, Brasil.

4 CAPÍTULO 2

Potencial da acícula de *Pinus* sp. como condicionador de substrato para produção do porta-enxerto ‘Fepagro C37’

POTENCIAL DA ACÍCULA DE *PINUS* sp. COMO CONDICIONADOR DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DO PORTA-ENXERTO “FEPAGRO”

RESUMO

A exigência de propagar citros em ambiente protegido demanda grande quantidade de substrato como meio de cultivo. Esse deve apresentar características físicas e químicas adequadas para o bom desenvolvimento das mudas. No Rio Grande do Sul, há oferta de substratos com preços acessíveis, porém na sua maioria com pH alcalino. A possibilidade de uso de condicionadores ácidos, como acículas de *Pinus*, em mistura à substratos alcalinos, possibilita o cultivo de mudas com maior qualidade e com preços mais competitivos. O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento do porta-enxerto cítrico “Fepagro C37” cultivado em diferentes misturas do substrato comercial alcalino (Humosolo ES[®]) com acículas de *Pinus* sp. O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), testando misturas entre o substrato Humosolo ES[®] e acículas de *Pinus* sp. com quatro meses de decomposição “in situ” e em duas granulometrias, 3,5 e 8 mm. As misturas foram realizadas em proporções (v:v) de 0%; 25%; 50%; 75% e 100%. Utilizou-se bandejas alveoladas de poliestireno expandido para acomodação das misturas e semeadura do porta-enxerto. Realizaram-se avaliações físicas e químicas das misturas, bem como do desenvolvimento das mudas ao longo do seu cultivo. A utilização de acícula de *Pinus* acidificou o substrato alcalino, reduziu a condutividade elétrica e tornou as misturas com maior porcentagem de espaço poroso e menor retenção de água. Os tratamentos contendo mistura de 25% e 50 % de acícula com o Humosolo ES[®], indiferentemente da granulometria, proporcionaram maior desenvolvimento das plantas.

Palavras-chave: pH, característica físico-químicas, ambiente protegido, mudas.

ABSTRACT

The requirement propagation citrus in a protected environment demands a high amount of substrate as cultivation surroundings. This must have physical and chemical characteristics suitable for the proper development of seedlings. In Rio Grande do Sul, there is supply of substrates affordable, but mostly alkaline pH. The possibility of use of acid conditioners, such as pine needles in the mixture alkaline substrates enables the seedling cultivation with higher quality and more competitive prices. The objective was to evaluate the development of the citrus rootstock "Fepagro C37" grown on different mixtures of alkaline commercial substrate (Humosolo ES[®]) with needles of *Pinus* sp. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), testing mixtures between Humosolo ES[®] substrate and needles of *Pinus* sp. four months decomposition "in situ" and two grain sizes 3.5 and 8 mm. The mixes were realized in ratios (v: v) of 0%; 25%; 50%; 75% and 100%. We used polystyrene trays with expanded for accommodation mixtures and sowing of the rootstock. There were physical and chemical assessments of mixtures, as well as the development of seedlings throughout its cultivation. The use of pine acicula acidified alkaline substrate, reduced electrical conductivity and made mixtures with higher

percentage of pore space and less water retention. Treatments containing mixture of 25% and 50% acicula with Humosolo ES®, regardless of grain size, provided major development.

Keywords: pH, physical and chemical characteristics, protected environment seedlings.

INTRODUÇÃO

A muda de citros leva em média de seis a oito anos para expressar seu potencial produtivo. Além disso, o tempo médio para a produção de mudas cítricas no Rio Grande do Sul, pelo sistema a céu aberto é longo, em média três anos (KOLLER, 1994), comparado a regiões de clima quente, portanto, tornando-se necessária a utilização de mudas sadias, com vigor e isentas de moléstias para que se tenha uma maior vida útil do pomar.

Anterior a legislação vigente, as mudas eram cultivadas diretamente no solo à campo, utilizando poucas técnicas para controle de disseminação de patógenos e moléstias. Após inúmeros problemas fitossanitários, como a clorose variegada dos citros (CVC) (*Xylella fastidiosai*) (Boaventura, 2003), cancro cítrico (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*), *Phytophthora* sp. e doenças de solo (Schäfer *et al.*, 2002), determinou-se, em 2005, a produção de mudas em ambiente protegido, visando prevenir esses problemas fitossanitários (MAPA, 2005).

Esse novo sistema de produção de mudas, que permite produzir a muda em até 22 meses, demanda grande quantidade de substrato, visto que a produção das mudas é realizada em recipientes (Azevedo *et al.*, 2009). Inúmeros trabalhos avaliaram o desenvolvimento de porta-enxertos cítricos em diferentes substratos, comprovando que esse insumo influencia o desenvolvimento de plantas cítricas (Menezes Júnior, 1998; Schäfer, 2004; Fochesato, 2005).

Substrato é todo material de origem mineral e/ou orgânica, puro ou em mistura capaz de proporcionar ancoramento e suprir as necessidades hídricas e de oxigênio às

plantas (Vence, 2008). Esse insumo, de grande importância no cultivo em recipientes, pode ser alterado com a utilização de diferentes materiais, tamanho de partículas, umidade, conferindo-lhes, desta forma, um novo material com características singulares.

Grande parte dos substratos são à base de casca de *Pinus* compostada (Yamaguti, 2009). Porém, cada vez mais se busca a utilização de novos materiais provenientes da indústria local, havendo possibilidade de agregar valor a este produto, que é um resíduo.

No Rio Grande do Sul, são escassos os substratos adequados e disponíveis para plantas cítricas, havendo a necessidade de aquisição de produtos de fora do estado, acarretando em custo elevado, principalmente agregado pelo frete. A busca por novos materiais de baixo custo, que sejam estáveis e auxiliem no desenvolvimento de plantas é um desafio constante. Segundo Schäfer (2015), a maioria dos substratos avaliados na região sul, apresentam problemas, como o pH alcalino e alta condutividade elétrica (salinidade).

Boaro (2015) avaliou a utilização do substrato Vida[®] com potencial uso para o desenvolvimento de porta-enxertos cítricos. O substrato de baixo custo apresentou características físicas adequadas, porém pH alcalino, sendo testada a adequação do pH, utilizando diferentes misturas (v:v) do produto comercial com turfa, havendo a necessidade de grande quantidade de turfa para que houvesse a acidificação do novo substrato. O mesmo autor também avaliou a utilização do enxofre elementar como uma das formas possíveis de acidificação do substrato. Sua utilização foi eficiente para a redução do pH, contudo, provocou um aumento expressivo no teor total de sais solúveis (TTSS - g.L⁻¹), superior ao tolerado pela cultura, não sendo, portanto, uma técnica apropriada.

A acícula é um dos resíduos oriundos do cultivo de *Pinus* sp. que possui baixo pH e condutividade elétrica, sendo ainda pouco explorado (IPEF, 2014). O cultivo de *Pinus* sp. abrange grandes extensões de terra na região sul do Brasil, representando 95% da produção de lenha. Com média de produtividade de 18 a 28 m³ha⁻¹ano⁻¹, essa cultura gera inúmeros resíduos como a extração de resina, a madeira (celulose, chapas e MDF), as cascas e as acículas. Kleinpaul *et al.* (2005) avaliando o volume de serrapilheira em um cultivo de *Pinus* com 21 anos de idade observou acúmulo de 21,92 t ha⁻¹ de serrapilheira, sendo 57,2% acículas.

Devido às características dos materiais mencionados, o objetivo do trabalho foi avaliar a produção de um porta-enxerto cítrico cultivado em diferentes misturas e proporções entre um substrato comercial alcalino (Vida®) e acículas de *Pinus* sp. trituradas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul localizado em Porto Alegre/RS (30°04'S, 51°08'O). Esse constou de diferentes misturas (v:v) entre acículas de *Pinus* com 5 meses de decomposição “in situ”, em estágio de senescência, porém ainda estando aderidas às plantas, sem que houvesse seu contato com o solo. Nestas condições, foram coletadas amostras de inúmeros indivíduos dentro do mesmo bosque. As acículas foram trituradas e misturadas a um substrato comercial levemente alcalino, tendo-se como fatores, duas granulometrias (3,5 e 8 mm) de acículas e cinco porcentagens de acícula nas misturas (0; 25; 50; 75; 100).

As acículas empregadas no estudo foram coletadas de árvores adultas de *Pinus* sp. que haviam sido derrubadas há cinco meses na Estação Experimental Agronômica

da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS; 30°29'S e 51°06'W). Esse material foi seco em local abrigado, sobre bancadas, com temperatura média de 25°C, durante 15 dias. Após, foram triturados em duas granulometrias distintas (3,5 mm e 8 mm) em um moinho de peneiras. O substrato comercial utilizado nas misturas foi o Humosolo ES[®] da empresa VIDA[®], localizada em Eldorado do Sul/RS. Esse insumo, a base de casca de eucalipto, possui características físicas ideais para a utilização em recipientes, porém seu pH é levemente alcalino ($\text{pH } 7,2 \pm 0,5$).

Os diferentes tratamentos foram acomodados em bandejas de poliestireno expandido de 121,2 cm³ de formato piramidal invertido (120 x 50 mm - profundidade x largura da célula), em delineamento experimental de blocos casualizados, sendo cada tratamento composto por quatro repetições de 12 células.

O manejo de irrigação foi automatizado e consistiu de 3 ciclos de microaspersão diários, totalizando média de 3mm.dia⁻¹, abrangendo todos os tratamentos, variando com as condições climáticas, sendo utilizado o mesmo regime hídrico para todos os tratamentos.

Após a montagem dos diferentes tratamentos e acomodação dos substratos nas bandejas de polietileno, foi semeado (outubro/2014) o porta-enxerto C37, proveniente de matrizes localizadas na EEA/UFRGS, com a finalidade de mensurar o desenvolvimento das plântulas nas diferentes misturas. As sementes passaram por tratamento térmico (imersão em água à 52⁰C por 10 minutos) (Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1998), sendo posteriormente colocada uma semente por alvéolo a 0,5 cm de profundidade.

Ao longo do ciclo de cultivo das plântulas, avaliou-se: porcentagem emergência, tempo médio de emergência (IMP) e o índice de velocidade de emergência (IVMP); após 49 dias da semeadura iniciou-se as avaliações de altura (cm) e diâmetro (mm) das

plântulas durante todo o crescimento, sendo respectivamente mensuradas com trena da superfície do substrato ao ponto apical da plântula e o diâmetro com um paquímetro digital a um centímetro da base; monitoramento da condutividade elétrica ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) e pH (em H_2O) do substrato utilizando o método não destrutivo Pour Thru, conforme Calvins *et al.* (2000).

Ao final do experimento, 166 dias após a semeadura, foram mensuradas as massas fresca e seca da parte aérea e das raízes; contagem de folhas, área foliar e área média por folha.

Além desses, determinou-se o conteúdo de reservas totais naqueles tratamentos que tiveram um acúmulo suficiente de matéria seca para realizar a análise. Para determinação das massas secas, em laboratório, as amostras foram secas em estufa (65°C , por 72 horas) e, em seguida, moídas em moinho acoplado com peneira de 20 malhas por polegada. Um grama de cada amostra foi acondicionado e hermeticamente fechado em TNT (tecido não tecido) para filtragem. Cada amostra foi submetida à digestão, segundo o método descrito por Priestley (1965).

Realizou-se análise do substrato comercial Humosolo ES[®], com o intuito de verificar o possível efeito tampão gerado por este resíduo orgânico e alcalino.

As análises físicas e químicas dos substratos foram realizadas no Laboratório de Substratos para Plantas do Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS), no Campus da Faculdade de Agronomia (UFRGS), em Porto Alegre/RS.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema de parcela sub-subdividida. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo *software* Costat 6.4 e regressão polinomial pelo SigmaPlot 11.0. Sendo que os dados de tamanho médio de folhas e condutividade elétrica não atenderam aos

pressupostos da ANOVA e por isso, foram transformados para \sqrt{x} e $\log(x/10)$, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A acícula de *Pinus* possui pH ácido indiferentemente da sua granulometria, ao contrário, o substrato comercial puro (tratamento 0% de acícula) apresenta pH alcalino (Figura 1). À medida que aumentou a porcentagem de acícula a esse, o pH reduziu proporcionalmente, atingindo valores intermediários aos materiais puros. Contudo, esta alteração do pH foi mais evidente quando a porcentagem de acícula foi superior a 75% no início do cultivo.

Embora tenha havido uma maior amplitude entre os resultados na primeira avaliação, ao longo do tempo os pHs dos materiais tenderam a se aproximar. Segundo Schafer (2004) são vários os fatores que podem causar mudanças no pH do meio, como a decomposição do material de origem, a liberação de exsudatos pelas raízes das plantas, a alcalinidade da água de irrigação e a adubação adotada.

A grande variação do pH ocorreu principalmente no tratamento onde havia 100% de acículas de *Pinus*, excluindo a possibilidade do efeito tampão do substrato comercial estar atuando sobre a variação do pH. Possivelmente, o comportamento em questão deve-se a alcalinidade da água. A necessidade de lixiviação de 20% da rega, para que facilitasse as trocas gasosas, favoreceu o efeito mencionado. Schafer (2004) e Fochesato (2005), trabalhando com porta-enxertos cítricos, atribuíram a variação do pH do substrato a alcalinidade da água.

Aos 40 dias de monitoramento do pH houve diferença significativa entre os materiais, porém percebe-se que a variação do pH ao longo do tempo foi muito pequena, provavelmente devido à baixa acidez potencial da acícula de *Pinus* e ao baixo

efeito tampão do substrato 1% (m/m). Resultados similares foram encontrados por Boaro (2013), ao utilizar turfa como acidificante em mistura com casca de eucalipto.

Portanto, a acícula de *Pinus* proporciona uma relativa acidez, capaz de acidificar o meio, se utilizada em grande proporção. Porém, a manutenção de um valor adequado de pH poderá ser ajustada com adubação de reação ácida ou ajuste do pH da água de irrigação, mantendo-se, desta forma, o pH ideal para o cultivo de plantas em vaso.

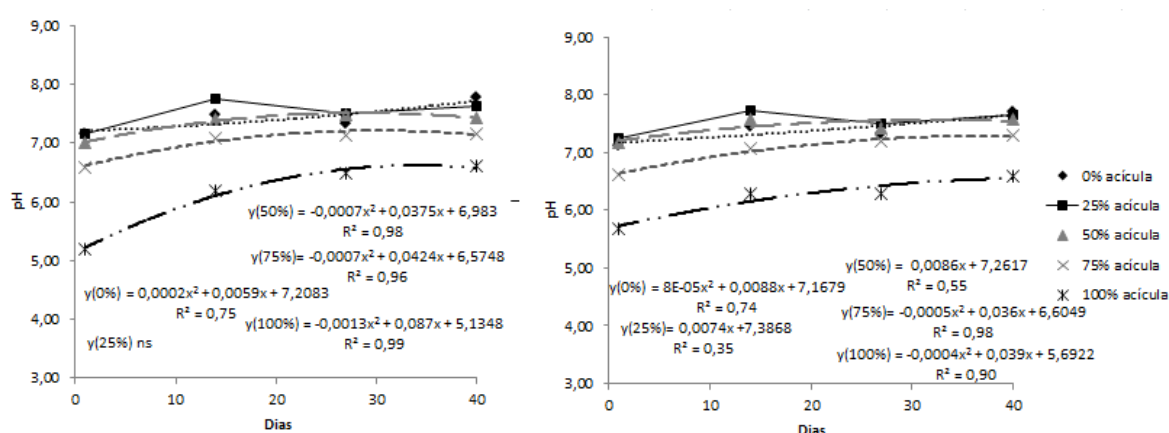


FIGURA 1. Variação do pH durante o cultivo de plântulas do porta-enxerto ‘Fepagro C37’ em diferentes porcentagens de acícula de *Pinus* e granulometrias (A – 3,5mm) (B – 8,0mm) na mistura com o substrato comercial. Porto Alegre, 2014.

Avaliando o pH dos diferentes tratamentos, transcorridos 40 dias (Figura 2) após a semeadura, verificou-se maior acidificação nos tratamentos que possuem grande proporção de acícula de *Pinus* na mistura, indiferentemente da granulometria, devido às características desse material, conferindo uma distinção da maioria dos substratos orgânicos já analisados por Schäfer *et al.* (2015).

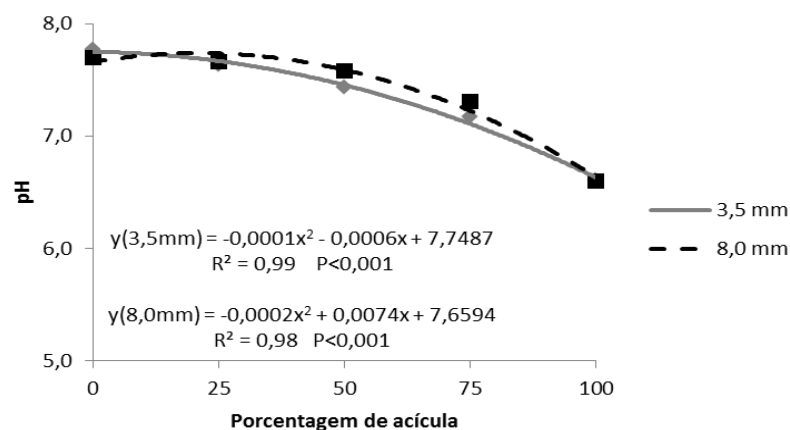


FIGURA 2. Variação do pH em água, após 40 dias de avaliação nas diferentes porcentagens de acícula de *Pinus* e granulometrias, em mistura com substrato comercial alcalino.

Com relação à condutividade elétrica da acícula de *Pinus* (Figura 3), os resultados foram similares aos do artigo 1, ou seja, a redução da granulometria acarretou em maior liberação de íons para a solução e, conseqüentemente, o aumento da condutividade elétrica. Esse fato é verificado pela diferença existente entre os tratamentos de 100% de acícula na granulometria 3,5 mm apresentando 600 mS.cm^{-1} e na granulometria 8,0mm de $231,5 \text{ mS.cm}^{-1}$, ambas no dia da semeadura (DAS) (Figura 3).

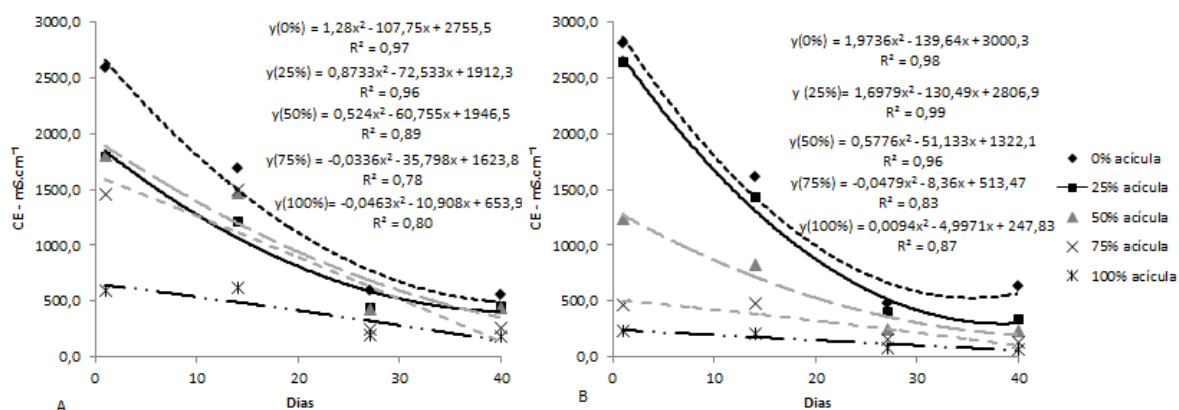


FIGURA 3. Variação da condutividade elétrica (mS.cm^{-1}) (Pour thru 1:5) durante 40 dias de cultivo do porta-enxerto "Fepagro C37" em diferentes porcentagens de acículas de *Pinus* e granulometrias (A - 3,5mm) (B - 8,0mm) na mistura com substrato comercial. Porto Alegre, 2014.

O valor de CE apresentado pelo fabricante do substrato Humosolo ES[®] é superior ao da acícula de *Pinus*, tendo valor médio de $2100 \pm 500 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Esse valor é comprovado conforme a figura 3 no tratamento 0% de acícula e tempo zero. Verificou-se que à medida que aumenta a proporção de acícula ao substrato, há redução da CE do substrato formulado.

A CE proporciona um indicativo da quantidade do teor total de sais solúveis na solução extraída do meio de cultivo (Souza & Schäfer, 2009). Utilizando o método de análise Pour Thru (Whipker *et al.*, 2013) e a classificação estabelecida por Cavins *et al.* (2000), indiferentemente da granulometria e da porcentagem de acícula nas misturas, os tratamentos apresentaram níveis considerados baixos – para o tratamento sem adição de acícula (tratamento 0% acícula) - a muito baixos – para tratamentos com grande porcentagem de acícula no início do experimento. Ao longo do cultivo, todos os tratamentos apresentaram redução na CE, passando a apresentar níveis considerados muito baixos para o cultivo de plantas.

Essa grande redução na CE deve-se à lixiviação dos sais solúveis pelo sistema de irrigação, visto que não foram realizadas adubações ao longo dos 40 dias de cultivo. Fochesato (2005), avaliando o desenvolvimento de porta-enxertos cítricos, também relatou uma redução da salinidade durante o cultivo. Boaro (2013) descreveu uma abrupta redução da CE nos primeiros dias em misturas de turfa com casca de eucalipto compostada.

Nenhum dos tratamentos ultrapassou o índice de CE considerado normal para substratos (2600 a $4600 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Cavins *et al.*, 2000), onde cerca 43,5% das amostras submetidas para análise no Laboratório de Substratos para Plantas do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da UFRGS apresentam valores superiores aos normais (Schäfer *et al.*, 2015). Essa característica observada é positiva e

muitas vezes desconsiderada para meios de cultivo, uma vez que a nutrição da planta por ser proveniente de um meio externo, atendendo de forma precisa a exigência da cultura.

Propriedades como densidade, porosidade total e capacidade de retenção de água influenciam no desenvolvimento de planta (Zanetti, 2003) e no manejo a ser adotado durante o cultivo. A redução do tamanho de partícula acarretou em aumento na densidade da acícula de *Pinus* (Tabela 1). Porém, o aumento da porcentagem de acícula ao substrato comercial proporcionou uma redução da densidade, devido ao Humosolo ES[®] possuir densidade 4 vezes superior à da acícula.

TABELA 1. Variação de densidade seca ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$) dos tratamentos com acícula de *Pinus* sp. e humosolo ES. Porto Alegre, 2014.

Granulometria (mm)	Acícula (% na mistura)	Densidade em base seca $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
3,5	25	407,23
	50	318,59
	75	203,50
	100	138,01
8,0	25	446,92
	50	327,17
	75	233,33
	100	113,55
Humosolo ES	0	533,61

Segundo Kampf (2006) substratos com densidades inferiores a $300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ são recomendados para uso em bandejas; com densidades entre 200 a $400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ são recomendados para vasos de até 15 cm de altura e densidades de 300 a $500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, para vasos de 20 a 30 cm de altura. A busca por novos materiais orgânicos, que atendam esses requisitos, é fundamental para o desenvolvimento de um novo substrato, pois grande parte dos materiais orgânicos, tais como cascas e bagaços apresentam densidades superiores às recomendadas para o cultivo em vasos. Todos os tratamentos

possuem densidade adequada para serem utilizados em vaso, podendo ser utilizado para cada tamanho de recipiente.

A densidade do material em análise pode ser alterada pela densidade de empacotamento, juntamente pelo teor de umidade do material. Schafer (2004), ao avaliar diferentes densidades de empacotamento, verificou alteração na PT, EA, AFD, AT e água remanescente, afetando o desenvolvimento de planta. Quanto maior a compactação do substrato maior será o percentual de plântulas mal formadas, indiferentemente da cultivar em análise.

Observou-se através da análise da curva de retenção de água (Figura 4), que os tratamentos mais densos, ou seja, com maior porcentagem do substrato comercial apresentaram maior porcentagem de sólidos, em detrimento da utilização de acícula na mistura, a qual proporcionou maior espaço de aeração. Segundo Shin & Anapali (2006), o espaço de aeração é considerado fator determinante na qualidade dos substratos. O espaço de aeração proporciona maior desenvolvimento de pêlos radiculares, o que aumenta a absorção de água e nutrientes (Bellé, 2001). A acícula como condicionador, indiferentemente da granulometria, proveu tal benefício. Porém, acículas com 3,5 mm proporcionaram maior porcentagem de sólidos, menor espaço de aeração e maior quantidade de água facilmente disponível em relação à utilização de acícula com granulometria de 8,0 mm (Figura 4). A acícula apresentou grande porcentagem de água remanescente, sendo esta indisponível para a planta. A alta concentração de fibras e resinas na acícula à torna hidrofóbica, quando seca e, de baixa porcentagem de água facilmente disponível (AFD), quando úmida (Sarkanen, 1971).

As diferenças encontradas nas diferentes proporções de misturas não inviabilizam os substratos. Contudo, deve haver um cuidado com a frequência de

irrigação adotado. A baixa porcentagem de água disponível comparada aos parâmetros ideais é facilmente corrigida com a maior frequência de irrigação.

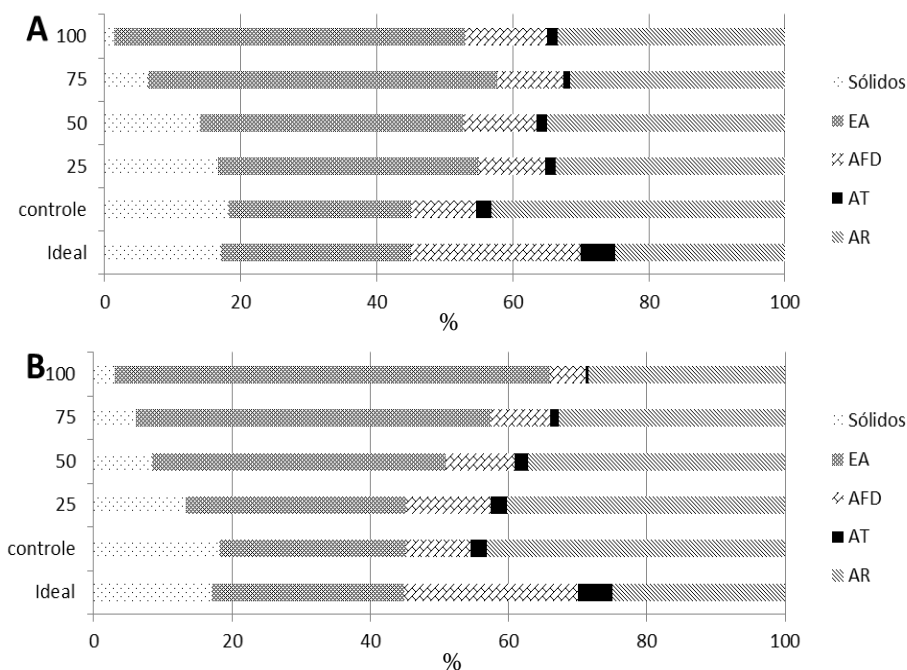


FIGURA 4. Diferentes proporções de acícula de *Pinus* (A - 3,5mm) (B - 8,0mm) com substrato humoso ES comparadas ao controle (substrato comercial) e faixa ideal. EA- espaço de aeração; AFD – água facilmente disponível; AT- água tamponante; AR – água remanescente. Porto Alegre, 2014.

Apesar dos tratamentos apresentarem diferentes características físicas, não influenciaram no processo de emergência do porta-enxerto ‘Fepagro C37’. Avaliando o tempo médio de emergência (TMP) e o índice de velocidade médio de emergência (IVPM) dos porta-enxertos não houve diferença significativa entre os tratamentos, apresentado TMP e IVPM médios de 34,59 dias e 0,03, respectivamente ($p > 0,05$). A porcentagem de plântulas formadas foi superior a 93,75 % em todos os tratamentos (Tabela 2).

TABELA 2. Relação dos tratamentos e porcentagem de plântulas formadas do porta-enxerto “Fepagro C37”. Porto Alegre, 2014.

Granulometria (mm)	% de acícula	% de emergência
3,5	25	100,00 ^{ns}
	50	93,75
	75	95,83
	100	93,75
8,0	25	93,75
	50	95,83
	75	95,83
	100	95,83
controle		93,75

Resultados semelhantes foram encontrados por Schmitz *et al.* (1998), onde a emergência de porta-enxerto Trifoliata não foi afetada pelo substrato. Boaro (2013) e Schäfer (2004), avaliando emergência de porta-enxertos cítricos, não verificaram influência do substrato, contudo os materiais vegetais apresentaram diferentes velocidades de emergência, sendo o Trifoliata mais lento e com menor emergência em relação ao “Fepagro C13” e Citrumelo Swingle. Tonietto *et al.* (2007) comprovaram novamente que o substrato não influenciou o desenvolvimento de porta-enxertos cítricos. Contudo, o teor de umidade e a salinidade do substrato podem gerar desequilíbrios na germinação (Gurgel *et al.*, 2005), o que não foi verificado no presente estudo, pois a baixa condutividade elétrica e a baixa retenção de água das misturas, associada à alta frequência de irrigação, proporcionaram excelentes taxas de emergência.

A partir do 49º dia da semeadura e, ao longo do cultivo, foi mensurado o crescimento das plântulas do “Fepagro C37”, através do incremento do seu diâmetro (Figura 5) e da sua altura (Figura 6).

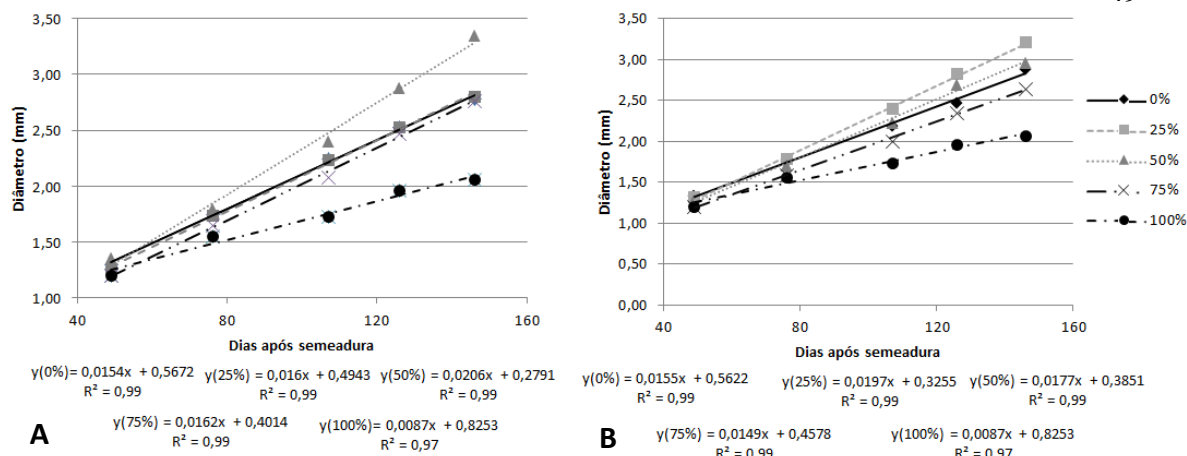


FIGURA 5. Avaliação do diâmetro do porta-enxerto “Fepagro C37” em substrato com diferentes porcentagens de acícula de *Pinus* sp. e granulometria A 3,5mm e B 8,0mm no transcorrer do desenvolvimento de plântula. Porto Alegre, 2014.

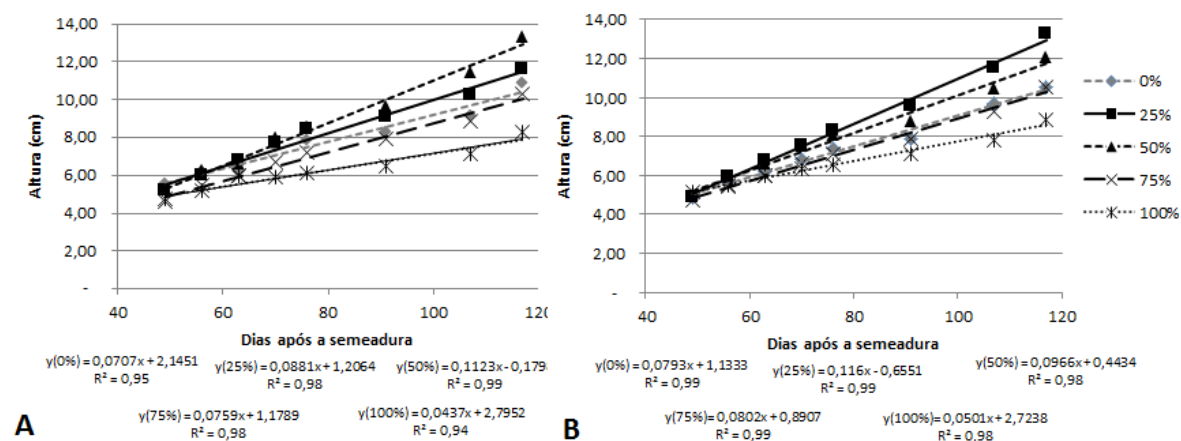


FIGURA 6. Avaliação da altura do porta-enxerto “Fepagro C37” em substrato com diferentes porcentagens de acícula de *Pinus* sp. e granulometria A 3,5mm e B 8,0mm no transcorrer do desenvolvimento de plântula. Porto Alegre, 2014.

Durante a produção dos porta-enxertos, ocorreu grande variação de temperatura do ar, podendo ter ocasionado o atraso da emergência e desenvolvimento neste período. Segundo Reuther (1973), as espécies cítricas apresentam redução do metabolismo em temperaturas inferiores a 12°C e superiores a 36°C, sendo observado durante o experimento temperatura inferior à mínima.

Para ambas as variáveis (diâmetro e altura), as plântulas apresentaram crescimento linear. Não houve interação significativa entre o fator granulometria, sendo verificado somente diferença estatística para o fator porcentagem de acícula. Teixeira

(2009) ao avaliar o crescimento dos porta-enxertos “Fepagro C37” e “Trifoliata”, verificou em ambos o mesmo crescimento linear, tendo aos 150 dias comprimento médio de 24,80 cm.

As plântulas cultivadas nos tratamentos com 25 e 50% de acícula apresentaram melhor crescimento. Os tratamentos, após 40 dias da semeadura, possuíam a mesma faixa de pH e CE, mantendo-se estáveis até o fim do experimento. O crescimento superior das plântulas cultivadas nestes tratamentos é explicado, possivelmente, pelas características físicas dos mesmos (Figura 4), onde as curvas de retenção de água foram muito similares, as quais podem ter se beneficiado pelo manejo adotado.

Verificou-se que o substrato Humosolo ES[®] puro apresentou maior condutividade elétrica. No entanto, não expressou o potencial crescimento do porta-enxerto “Fepagro C37”, comprovando que as características físicas tiveram maior influência sobre o crescimento do “Fepagro C37”. Esse tratamento, apresentou maior porcentagem de água remanescente, água tamponante e sólidos, ficando evidente a maior retenção de água em relação aos demais tratamentos, causando possivelmente prejuízo ao crescimento das mudas. A associação da acícula de *Pinus* sp. com o substrato Humosolo ES[®] gerou redução da quantidade de sólidos e, conseqüentemente, aumento da porosidade total. A água facilmente disponível apresenta valor médio de 10%, sendo considerada inferior ao recomendado pela literatura (De Boodt; Verdock,1972).

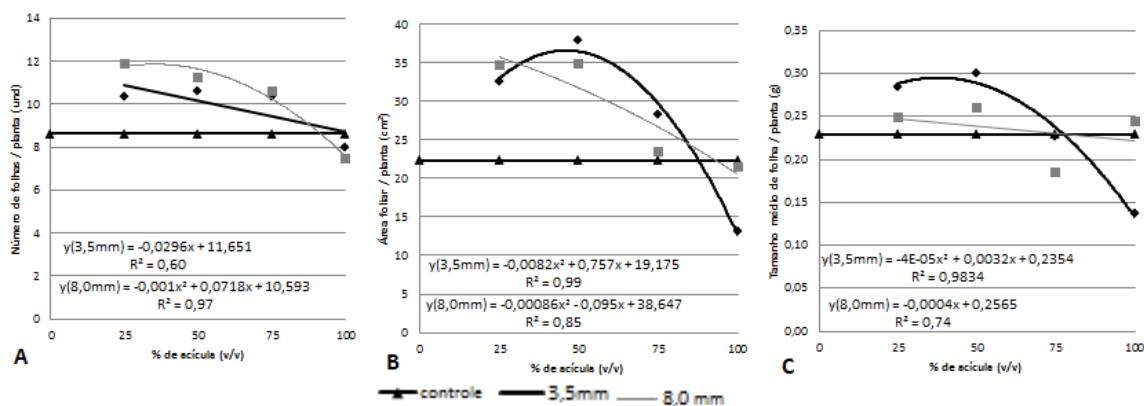


FIGURA 7. Número de folhas (A), área foliar (B) e tamanho médio de folha (C) do porta enxerto “Fepagro C37” produzidos com substrato comercial em mistura com % de acícula nas granulometrias 3,5 mm e 8,0 mm. Porto Alegre, 2014.

Os tratamentos que proporcionaram maior altura e diâmetro das mudas, também proporcionaram maior número de folhas, tamanho médio de folhas e, conseqüentemente, maior área foliar (Figuras 7). O tratamento com 100% de acícula de *Pinus* apresentou menor taxas de crescimento. Isto se deve à baixa CE e menor retenção de água em relação aos demais tratamentos, conforme figura 3 e 4. Entretanto, esse é um efeito que pode ser facilmente alterado, através de um adequado manejo de fertirrigação, atendendo as necessidades da cultura.

O substrato comercial puro apresentou resultado superior, somente se comparado ao tratamento acícula 100%, comprovando que a adição de acícula de *Pinus* no substrato alcalino gerou benefício, principalmente quanto às características físicas, garantindo um melhor crescimento do porta enxerto “Fepagro C37”.

Avaliando a massa seca da parte aérea (Figura 8), os tratamentos com 25, 50 e 75% de acícula apresentaram maior massa por planta. Contudo, somente os tratamentos com 25 e 50% de acículas de *Pinus* em mistura com o humosolo ES mostraram-se superiores ao controle. Os tratamentos apresentaram comportamento quadrático em relação a porcentagem de acícula para ambas as variáveis, massa seca de raiz e da parte

aérea. Esse resultado se justifica pela menor retenção de água e baixa fertilidade dos substratos com grande porcentagem de acículas.

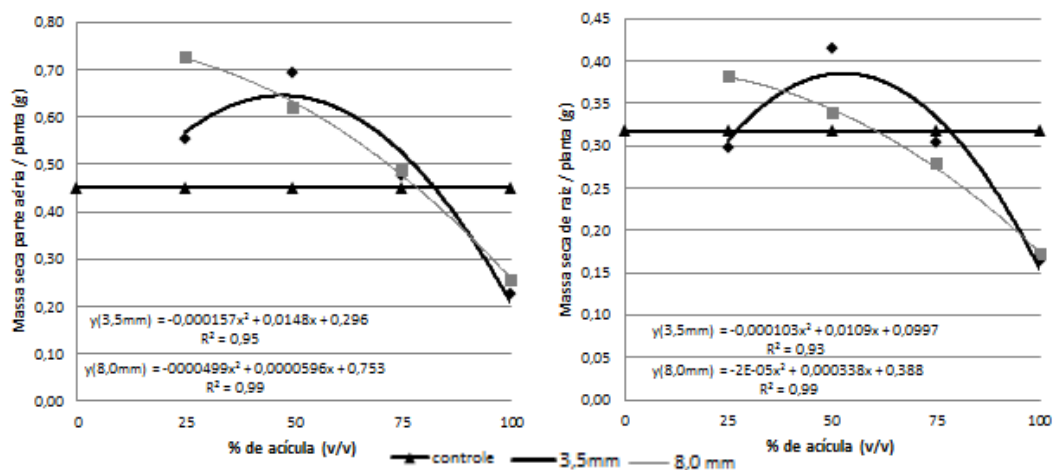


FIGURA 8. Massa seca (g) de parte aérea e raiz do porta enxerto “Fepagro C37” produzidos com substrato comercial em mistura com % de acícula nas granulometrias 3,5 mm e 8,0 mm. Porto Alegre, 2014.

Após análise de digestão do material vegetal, verificou-se que o conteúdo de carboidratos não diferiu entre as plântulas cultivadas nas diferentes proporções de mistura de acícula de *Pinus*. Somente houve diferença das reservas de carboidratos nos diferentes tecidos vegetais, que se armazenaram principalmente nas folhas (com 44%), diferindo de raiz (35%) e caule (34%).

Concentrações similares foram encontradas por Prato (2015) em porta-enxertos cítricos, comprovando que, os órgãos de reserva em estágio de plântula se encontram nas folhas. Em plantas cítricas o sistema radicular normalmente é o principal órgão de armazenamento de carboidratos, mas por muitas vezes podem ser encontradas nas folhas (Goldschmidt & Golomb, 1982), comprovando os resultados encontrados no presente estudo (Tabela 3).

TABELA 3. Avaliação do conteúdo médio de reserva dos diferentes órgãos do porta-enxerto “Fepagro C37”. Porto Alegre, 2014.

Órgão	Reservas (%)
Folha	45,92 a
Raiz	35,36 b
Caule	33,36 b
CV	9,32 %

CONCLUSÕES

Adição de 25% a 50% de acículas de *Pinus* com granulometria entre 3,5 mm e 8,0 mm ao substrato Humosolo ES[®] permite acelerar o crescimento e desenvolvimento vegetativo de plântulas do porta-enxerto “FEPAGRO C37” na fase de sementeira.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e FAPERGS, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, E. B.; MARINHO, C. S.; MUNIZ, R. A.; CARVALHO, A. J. C. Substratos fertilizados com uréia revestida e o crescimento e estado nutricional da muda de citros. *Acta Scientiarum. Agronomy (Online)*, local, v., p. 2009.

BELLÉ, S. Escolha do substrato. In: KÄMPF AN (coord). *Manutenção de plantas ornamentais para interiores*. Porto Alegre: Rígel, p.31-36. 2001.

BOARO, V. Manejo do pH de substrato orgânico alcalino visando a produção de mudas cítricas. 2013. 115f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

BOAVENTURA, P.R.R. Demanda por nutrientes de porta-enxertos e mudas cítricas produzidas em substratos em ambiente protegido. 2003. 62 f. Dissertação (Mestrado em Gestão dos Recursos Agroambientais) - Instituto Agronômico, Campinas.

CAVINS, T. J. *et al.* Monitoring and managing pH and EC using the PourThru Extraction Method. *Horticulture Information Leaflet 590*, New 7/2000. Raleigh: North Caroline State University, 2000. 17 p.

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

FERMINO M. H. Substratos: composição, caracterização e métodos de análises. Guaíba: Agrolivros, 2014. 112p. il.

FOCHESATO, M. L. Substratos e porta-enxertos na produção de mudas cítricas em ambiente protegido. 2005. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

GOLDSCHMIDT, E. E., & GOLOMB, A. (1982). The carbohydrate balance of alternate-bearing *Citrus* trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. *Journal American Society of Horticultural Science*, 107,206–208.

GOLDSCHMIDT, E. E. (1999). Carbohydrate supply as a critical factor for *Citrus* development and productivity. *HortScience*, 34, 1020–1024.

GURGEL, M. T. *et al.* Análise econômica do uso de água salina no cultivo de meloeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 9, p. 258-262, 2005. Suplemento.

IPEF – Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais – Programa Cooperativo sobre Produtividade Potencial do *Pinus* no Brasil. Disponível em: <<http://www.ipef.br/pppib>>. Acessado em: 07 de setembro de 2015.

KÄMPF, A. N.; TAKANE, R. J.; SIQUEIRA, P. T. V. Floricultura: técnicas de preparo de substratos. 1.ed. Brasília: LK Editora e comunicações, 2006. 132p

KLEINPAUL, I. S.; SCHUMACHER M. V.; BRUN E.J.; BRUN F. G. K.; KLEINPAUL J. J. Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em *Pinus elliottii* Engelm, *Eucalyptus* sp. e floresta estacional decidual. **Revista Árvore** 2005, 29 (novembro-dezembro). Disponível em:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48829616>>.

KOLLER, O.C. Citricultura: laranja, limão e tangerina. Porto Alegre: Rígel, 1994. 446p. il.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; FERNANDES, H. S. Substratos formulados com vermicomposto e comerciais na produção de mudas de couve-flor. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 4, n. 3, p. 191-196, 1998.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Mapeamento da fruticultura brasileira. Brasília, 2000. 110p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa SDA N.º 31. Diário Oficial da União- Seção 1, 24 de outubro de 2008. Alteração dos subitens 3.1.2, 4.1 e 4.1.2 da Instrução Normativa n.º 17 de 21/05/2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. Brasília, 2008.

PRATO, A. Multiplicação de porta-enxertos de citros por estaquia. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (94 p.). Julho, 2015.

REUTHER, W. Climate and citrus behavior. In: REUTHER, W. (Ed). The citrus industry. Riverside: University of California Press, 1973. p. 280-337.

SAHIN, U.; ANAPALI, O. Addition of pumice affects physical properties of soil used for container grown plants. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Zagreb, v.71, n.2, p.59-64, 2006.

SARKANEN, N K.; LUDWING, C. H. Lignins: ocorrência, formações, estrutura and reações. New Yrk: willey Interscience, 1971. P. 95-195.

SCHÄFER, G.; SOUZA, P. V. D de.; LIMBERGER, E.; DIAS, A. A.; MELO, P. O. Desenvolvimento vegetativo de porta-enxertos cítricos cultivados em diversos substratos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém, Pará. Anais. Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002.

SCHÄFER, G. Produção de porta-enxertos cítricos em recipientes e ambiente protegido no Rio Grande do Sul. 2004. 129 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2004.

SCHÄFER, G. *et al.* Um panorama das propriedades físicas e químicas de substratos utilizados no sul do Brasil. *ORNAMENTAL ORTICULTURE*,v. 21, n. 3, pg. 299-306, 2015.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. DUTRA de; KOLLER, O. C.; KÄMPF, A. N. Germinação e Desenvolvimento de Plântulas de *Poncirus trifoliata* L. Raf. Cultivadas em Três Substratos. IN: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, 5., maio 1998, Veranópolis. Anais... Porto Alegre: FEPAGRO, 1998.109 p.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. Departamento de Produção Vegetal. Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Estado do Rio Grande do Sul. Normas e padrões de produção de mudas de fruteiras para o Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998. 100p.

SINGH, BP; SINJU, U.M. Soil physical and morphological properties and root growth. *Hort. Sci.*, Alezandria, v. 33, p. 966-971, 1988.

SOUZA, P. V. D.; SCHÄFER, G. Produção de mudas de tangerineiras. In: KOLLER, O. C. (Org.). *Citricultura: cultura de tangerineiras: tecnologia de produção, pós-colheita e industrialização*. Porto Alegre: Editora Rígel, 2009. 400p.

TEIXEIRA, P. T. L. Tecnologias para a produção de porta-enxertos cítricos em ambiente protegido. 2008. 131 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TEIXEIRA, Paulo de Tarso Lima; SCHAFER, Gilmar; SOUZA, Paulo Vitor Dutra de and TODESCHINI, Abel. A escarificação química e o desenvolvimento inicial de porta-enxertos cítricos. *Rev. Bras. Frutic.* 2009. vol.31, n.3, pp.865-871.

TONIETTO Adilson; TONIETTO Solange Machado; FERMINO Maria Helena. Germinação de sementes de porta-enxertos de citros em três substratos. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v.13, n.1-2, p.7-10, 2007.

VENCE, L.B. Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas. *Ciencia del Suelo*, v.26, p.105-114, 2008.

WHIPKER, B. E.; CALCINS, T. J.; FONTENO, W. C. 1, 2, 3' OF PourThru. Disponível em: www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/Florex/PourThru%20Handout%20123s.pdf. Acesso em: 2 ago. 2013.

YAMAGUTI, A. N. Substratos e condicionadores de solo. *Especial Abisolo*, 2009. Disponível em: Acesso em 5 jun. 2015.

ZANETTI MARCELO, FERNANDES CAROLINA, CAZETTA OSVALDO JAIRO, CORA EDUARDO JOSÉ, JUNIOR MATTOS DIRCEU. Características físicas de substratos para a produção de mudas cítricas sob telado. *LARANJA*, Cordeirópolis, v.24, n.2, p.519-530, 20

5 CAPÍTULO 3

Potencial da acícula de *Pinus* sp. para o uso como condicionador de substrato na produção do porta-enxerto “Trifoliata” na fase de viveiro.

POTENCIAL DA ACÍCULA DE *PINUS* sp. PARA USO COMO CONDICIONADOR DE SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO “TRIFOLIATA” NA FASE DE VIVEIRO

RESUMO

A sazonalidade e a carência de substratos orgânicos adequados para a produção de porta-enxertos cítricos são gargalos na produção de mudas, além disso, grande parte desses materiais possuem pH alcalino. O objetivo deste estudo foi verificar a possibilidade de utilização de acícula de *Pinus* como condicionador para substratos alcalinos no cultivo do porta-enxerto “Trifoliata”. O experimento foi desenvolvido sobre bancadas, em cultivo protegido com cobertura plástica, localizada na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avaliou-se o desenvolvimento do porta-enxerto em diferentes misturas (v:v) do substrato comercial Vida® (à base de casca de eucalipto) e acículas de *Pinus* sp. (0; 25; 50; 75 e 100%) em duas granulometrias distintas 3,5 e 8,0 mm. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, constituído de 10 tratamentos, sendo cada tratamento composto por sete plantas e quatro repetições. Os dados foram submetidos à ANOVA e regressão polinomial. Durante o desenvolvimento da cultura monitorou-se o pH, condutividade elétrica dos substratos, o crescimento (altura e diâmetro) e o desenvolvimento vegetativo (n° folhas.planta⁻¹, tamanho médio de folhas.planta⁻¹ e área foliar.planta⁻¹) dos porta-enxertos. Também mensurou-se a massa seca de parte aérea, raiz e caule; avaliação de torrão e estabilidade do substrato. O aumento da proporção de acículas em mistura com substrato alcalino proporcionou redução do pH, da condutividade elétrica e densidade. Os tratamentos com acícula de *Pinus* de 3,5 mm de espessura se mostram estáveis fisicamente após o cultivo. A utilização de 25% de acículas de *Pinus* proporcionou resultado satisfatório quando comparado ao substrato alcalino. Contudo, verificou-se a necessidade de adequação de um sistema de adubação e irrigação específico para os tratamentos com acículas de *Pinus*, cientes que cada novo substrato possui características físicas e químicas distintas.

Palavras-chave: ambiente protegido, propriedades químicas, propriedades físicas, “Trifoliata”, produção de mudas.

ABSTRACT

The lack of seasonality and suitable organic substrates for the development of citrus rootstocks are bottlenecks for the propagation of seedlings, with most of these materials alkaline pH. The aim of this study was to investigate the possibility of using pine leaf as conditioner for alkaline substrates in growing rootstock "Trifoliata". The experiment was conducted on benches in greenhouse plastic cover, located at the Faculty of Agronomy of the Federal University of Rio Grande do Sul. We evaluated the development of the rootstock in different mixtures (v: v). The commercial substrate Vida® (eucalyptus shell based) and needles of *Pinus* sp (0, 25, 50, 75 and 100%). at two different grain sizes 3.5 to 8.0 mm. The experimental design was randomized blocks with 10 treatments, each treatment consisting of seven plants and four replications. The data were submitted to NOVA and polynomial regression. During the development of

the pH-monitored culture electrical conductivity of the substrates and growth (height and diameter) and the vegetative development (n-1 leaves.plant, medium size leaves.plant-1-1 area and foliar.planta) of rootstock. dry mass of shoots, roots and stem also measured-; evaluation clod and stability of the substrate. Increasing the proportion of needles in admixture with alkaline substrate provided reduction in pH, conductivity and density. Treatments with 3.5mm thick pine acicula are shown physically stable after cultivation. The use of 25% pine needles provided satisfactory results when compared to the alkaline substrate. However, there was the need for suitability of a fertilization system and specific irrigation for treatments with pine needles, aware that each new substrate has different physical and chemical characteristics

Keywords: protected environment, chemical properties, physical properties, "Trifoliata", seedling production.

INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas em ambiente protegido demanda grande quantidade de substrato de qualidade, com características físicas, químicas e biológicas adequadas e que atendam a legislação vigente (MAPA, 2004 e 2016). Esse insumo se torna fundamental na produção de mudas cítricas, para que estas possam expressar todo o seu potencial produtivo, tanto em fase de sementeira como na fase de viveiro (Spier, 2008).

De acordo com Lemaire (1995), um substrato considerado de boa qualidade deve garantir, por meio da fase sólida, a manutenção mecânica do sistema radicular das plantas; da fase líquida, o suprimento de água e nutrientes e, da fase gasosa, as trocas gasosas entre as raízes e o ar externo.

Os substratos podem ser de origem sintética, mineral ou orgânica, porém a maior produção concentra-se nos insumos orgânicos, sendo elaborados a partir de diversos produtos como: a fibra de coco (Malvestiti, 2004), casca de arroz carbonizada (Guerrini, 2004), casca de eucalipto (Boaro, 2015), casca de *Pinus*, entre outros subprodutos agroindustriais. Todavia, as qualidades de um substrato provêm da mistura de um ou mais componentes, os quais originarão um novo substrato com características singulares.

No sul do Brasil, há empresas produtoras de substratos para plantas, porém nem sempre seus produtos condizem com a demanda local, havendo a necessidade de readequação de características químicas e físicas, a fim de atender as exigências das culturas (Fermino e Kämpf, 2012).

As características físicas são facilmente alteradas pelos diferentes arranjos das matérias primas e granulometrias dos materiais utilizados para compor os substratos. Spier *et al.* (2009) avaliando o desenvolvimento de *Lobularia maritima* (flor-de-mel) produzida em bagaço de cana-de-açúcar encontraram grande variação das características físicas e químicas provenientes da alteração do tamanho de partícula.

Dentre as características químicas, destacam-se o pH e a condutividade elétrica (CE) (Kämpf, 2005). Segundo Schafer *et al.* (2015), grande parte dos substratos analisados na região sul apresentam pH alcalino, característica indesejada, já que pode indisponibilizar alguns micronutrientes. Além disso, os altos índices de CE observados nesse trabalho, pode acarretar em perdas produtivas por salinização, devido a utilização de produtos não estabilizados e provenientes da excreção animal.

Embora haja substratos adequados para a produção de plantas, há uma constante busca por materiais de baixo valor e não sazonais capazes de atender a demanda, aproveitando produtos provenientes da agroindústria regional. A sazonalidade observada na oferta de substratos orgânicos está ligada diretamente à períodos de colheita ou consumo de produtos, os quais geram grandes volumes de resíduos ou demanda de substrato.

O cultivo de *Pinus* sp. está concentrado, principalmente na região sul, com 78% da produção nacional, abrangendo os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (IBGE, 2013). Dentre seus inúmeros produtos, como a obtenção de resinas, lenha e cascas, esta cultura proporciona grande quantidade de serapilheira

(aproximadamente, 22 toneladas.ha⁻¹.ciclo⁻¹) formada principalmente por acículas, as quais ainda não possuem uma aplicação em grande escala (Kleinpaul, 2005).

Essa grande quantidade de serapilheira inibe o desenvolvimento de outras espécies dentro da floresta, devido ao efeito alelopático das acículas verdes e, posteriormente, devido à camada espessa acumulada de serapilheira (Schumann *et al.*, 1995). O acúmulo de acículas pode servir de abrigo para algumas pragas e facilitar a propagação de incêndio (Muniz, 2014), pelo alto poder calorífico (11,96 MJ.kg⁻¹) deste material (Thörnqvist, 1985).

Conforme, artigos 3.1 e 3.2 é viável a utilização da acícula de *Pinus* como condicionador de substratos, devido às suas características físicas e químicas, que o habilitam para uso como condicionador de substratos orgânicos alcalinos.

No Rio Grande do Sul, aproximadamente 90% das plantas cítricas estão enxertadas sobre o porta-enxerto *Poncirus trifolita* (L.) Raf. Esse apresenta várias qualidades, mas tem um desenvolvimento lento no viveiro. O seu cultivo em ambiente protegido, utilizando substratos adequados pode acelerar seu desenvolvimento, reduzindo o período para a formação da muda.

Devido à necessidade de produzir mudas de citros em ambiente protegido requerendo substrato com características adequadas, tem-se como objetivo avaliar o crescimento e desenvolvimento do porta-enxerto [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf] cultivado em misturas de um substrato comercial alcalino com diferentes porcentagens de acícula de *Pinus*, desde sua repicagem até o ponto de enxertia.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi implantado em novembro de 2014, na estufa plástica do Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS) na Faculdade de Agronomia da

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Utilizaram-se sacos de polietileno pretos (volume útil de 5 litros), onde foram transplantadas plântulas de porta-enxerto “Trifoliata” (*Poncirus trifoliata* (L.) Raf), provenientes de um viveirista da região do Vale do Caí (RS).

O transplante das mudas, com altura média de 5,4 cm, ocorreu em diferentes substratos compostos pela mistura entre acículas de *Pinus* com um ano de decomposição “in situ” e substrato comercial a base de casca de eucalipto – ES (Humosolo-ES[®]) desenvolvido pela empresa Vida[®], localizada em Eldorado do Sul – RS.

As acículas foram coletadas na serapilheira de um bosque localizado na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), situada na Rodovia BR 290 (km 146), em Eldorado do Sul-RS. Após sua coleta, foram secas a 25°C sobre bancadas e posteriormente trituradas em duas granulometrias (3,5 mm e 8 mm) em um moinho de peneiras. O substrato comercial a base de casca de eucalipto possui pH 8,1±0,5; CE 0,95±0,3 ms.cm⁻¹; CRA de 45% e densidade seca de 450 kg.m⁻³.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial, totalizando 10 tratamentos com 4 repetições, sendo cada unidade experimental, constituída por 7 plantas. Os tratamentos foram compostos por 0; 25; 50; 75; 100% de acícula de *Pinus* em duas granulometrias (3,5 e 8 mm) em mistura (v:v) com o substrato a base de casca de eucalipto, dispostos em recipientes plásticos de 5 litros. A homogeneização entre as misturas, foi realizada com agitação manual entre as proporções (v:v) de acículas de *Pinus* e o substrato alcalino de cada tratamento.

O experimento, montado sobre bancadas de alumínio, constou de irrigações pelo sistema de gotejamento. O sistema era acionado por um timer eletrônico, totalizando um

volume médio de 3 mm.planta⁻¹dia⁻¹. Essa média de irrigação foi adotada suprimindo a demanda evaporativa e a absorção da planta, repondo de 100 a 125% das perdas para que houvesse uma leve lixiviação de sais, reduzindo possível salinização do substrato, no período do verão (Olic *et al.*, 2001). O aporte de solução nutritiva foi realizado de forma manual e quinzenalmente, com início aos 90 dias após o transplântio. A solução nutritiva era a base de sulfato de amônio (5g/L) e Multi NPK Cristalline (13-2-44) (2g/L), sendo irrigado apenas 50 mL da solução por planta.

Monitorou-se o pH e a condutividade elétrica com intervalo inferior a 15 dias, dos substratos durante o experimento utilizando o método não destrutivo Pour Thru, conforme Calvins *et al.* (2000). O desenvolvimento vegetativo foi avaliado através da altura (da base ao ápice) e do diâmetro na altura do colo das plântulas. Ao término do experimento, realizou-se a contagem do número de folhas.planta⁻¹ (NFP) e a área foliar.planta⁻¹ (AFP), por um medidor de área foliar da marca LI-Cor, modelo LI -3100. Por meio da razão a AFP e o NFP, obteve-se o tamanho médio por folha (TMPF). Avaliou-se, também, a massa seca de folhas, caules e raízes por planta, após secagem em estufa à 65°C, até atingir massa constante.

A avaliação de torrão foi realizada de forma subjetiva com o uso de uma escala de 1 a 5, sendo atribuída nota 1 para a ausência de torrão; 3 para formação de ½ torrão e 5 para torrão bem formado.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo *software* Costat 6.4 e regressão polinomial pelo SigmaPlot 11.0. Sendo que os dados de massa fresca da parte aérea e área foliar não atenderam aos pressupostos da ANOVA e por isso, foram transformados para 1/x e log(x/10), respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As acículas de *Pinus* mantiveram seu pH ácido ao longo do cultivo (Figura 1). Nos trabalhos anteriores, verificou-se que as acículas de *Pinus* proporcionam acidez ao meio de cultivo, observado principalmente nos primeiros dias após a mistura. A acidez dos novos substratos está associada a maior proporção de acícula, conforme observado no experimento 3.2, sendo observado novamente no presente artigo.

A granulometria da acícula não influenciou o pH das misturas. Essa relação entre a porcentagem de acícula e acidez do substrato manteve-se até o final do cultivo, porém apresentando menor diferença ao final do experimento. Resultados semelhantes foram observados no artigo 3.2.

Esse resultado deve-se às características químicas das acículas de *Pinus*, que quando puras apresentam acidez entre 4,2 (Artigo 3.1) a 6,2 (Artigo 3,3) variando conforme a época de decomposição do material.

Contudo, no decorrer do cultivo houve variação do pH do meio de cultivo em todos os tratamentos. Schafer (2004) observou que diversos fatores podem influenciar o pH do meio de cultivo, como a liberação de exsudatos radiculares, adubação e a qualidade da água, durante o desenvolvimento da cultura.

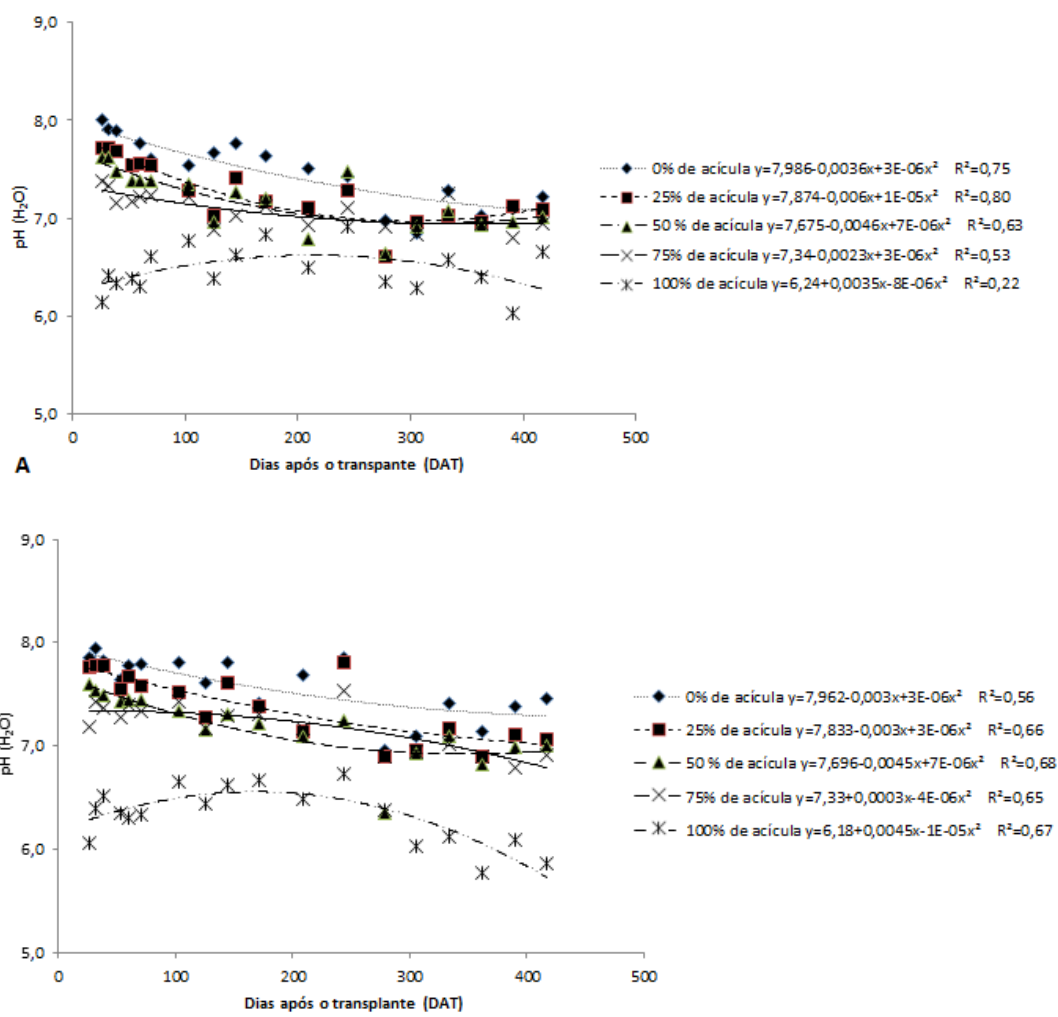


FIGURA 1. Avaliação do pH em substratos com diferentes porcentagem de acículas de *Pinus* na sua composição (A –granulometria 3,5mm e B – granulometria 8,0) em mistura com humosolo-ES, durante os 417 dias de cultivos do porta enxerto “Trifoliata”. Porto Alegre, 2015.

Observou-se no decorrer do experimento pequena variação do pH da água de irrigação (5,43 – 7,4), especulando-se que a alcalinidade da água possa ter elevado o pH do tratamento com 100% de acícula, sendo relatado por Schäfer (2004) efeito similar na propagação de citros. Outro fator que pode ter contribuído para variação de pH é a adubação com sulfato de amônia, proporcionando redução do pH, devido a sua reação ácida (Mello, 1980), auxiliando no efeito de acidificação proporcionado pelas acículas de *Pinus*.

A condutividade elétrica, reforça os resultados obtidos nos artigos anteriores (3.1 e 3.2). A acícula de *Pinus* apresenta baixa condutividade elétrica, excelente

característica para um substrato, uma vez que sua fonte de nutrientes pode provir de um meio externo (Kämpf, 2004) e ser proporcionada de forma adequada, conforme o estágio da cultura. Verifica-se que ao 26º dia de cultivo, os tratamentos que continham maior proporção de acícula de *Pinus* apresentavam menores valores em comparação ao tratamento 0% de acícula de *Pinus* de forma proporcional, sendo comprovado, após análise estatística, o efeito da porcentagem de acícula no meio de cultivo (Figura 2).

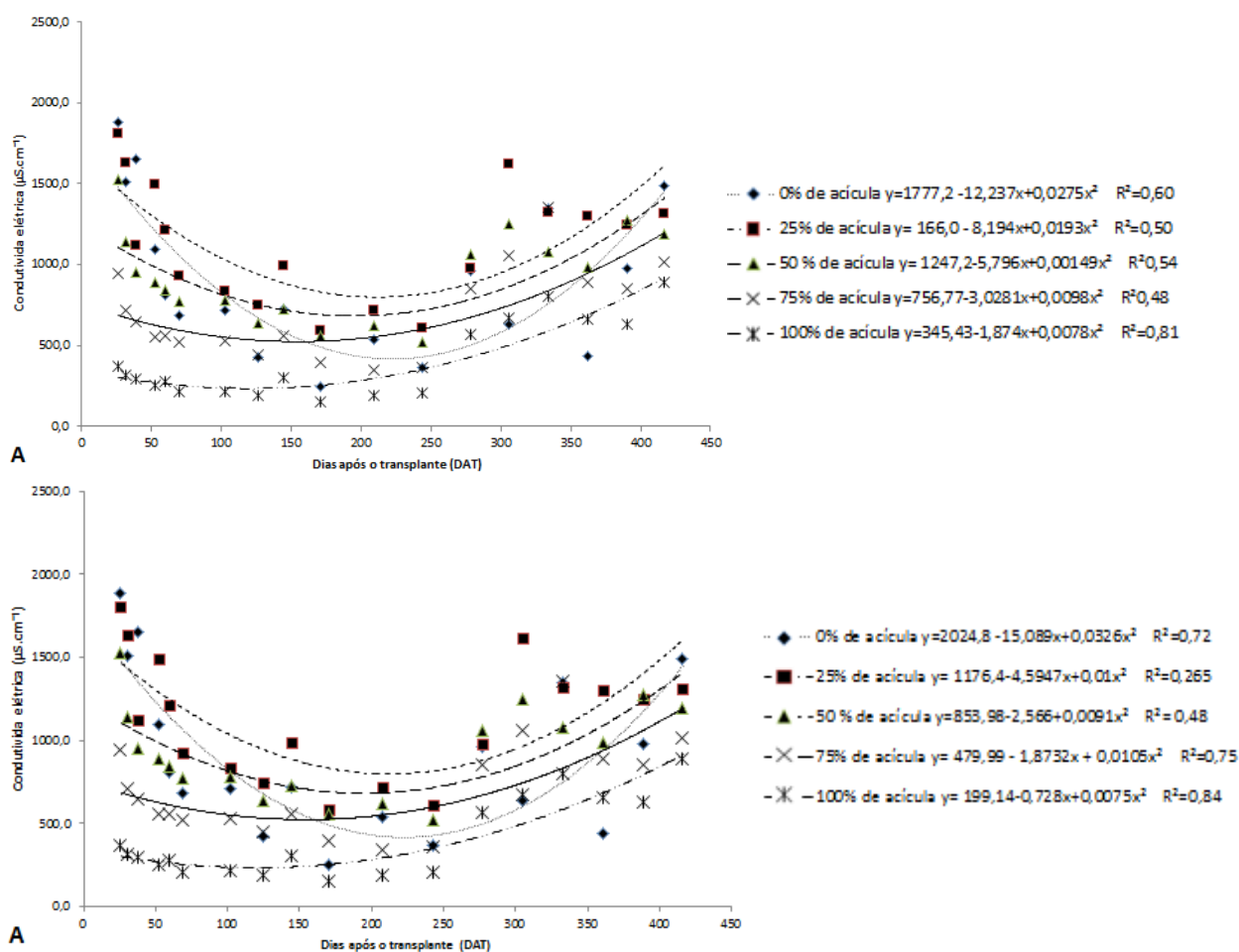


FIGURA 2. Avaliação da condutividade elétrica em substratos com diferentes porcentagem de acículas de *Pinus* (A – granulometria 3,5 mm e B – granulometria 8,0 mm) em mistura com humosolo-ES, durante os 417 dias de cultivos do porta enxerto “Trifoliata”. Porto Alegre, 2015.

A parábola, verificada na Figura 2, deve-se ao manejo de adubação iniciado após os 100 dias do transplante. O retardo do início da adubação, propositalmente realizado, objetivou avaliar a possível manutenção da fertilidade dos substratos. Comprovou-se que

quanto maior a CE inicial dos tratamentos, maiores são as perdas. Dessa forma, a manutenção da adubação deverá ser realizada com menores dosagens e maior frequência, reduzindo perdas excessivas por lixiviação. Scivittaro (2004) comprovou que adubos de liberação lenta aceleram o desenvolvimento do porta-enxerto trifoliata aplicado em doses de 6 kg.m^{-3} no substrato comercial Plantimax Citrus®.

A densidade seca das misturas testadas apresentaram comportamento similares ao artigo 3.2. A acícula de *Pinus* possui densidade inferior à do substrato comercial utilizado como controle na sua forma pura. (Figura 3). Por isso, os tratamentos com maior porcentagem de acícula de *Pinus* mostram-se menos densos.

Todas as misturas mantiveram suas densidades inalteradas ao longo do cultivo, indicando uma característica procurada em substratos, que é a estabilidade de partícula.

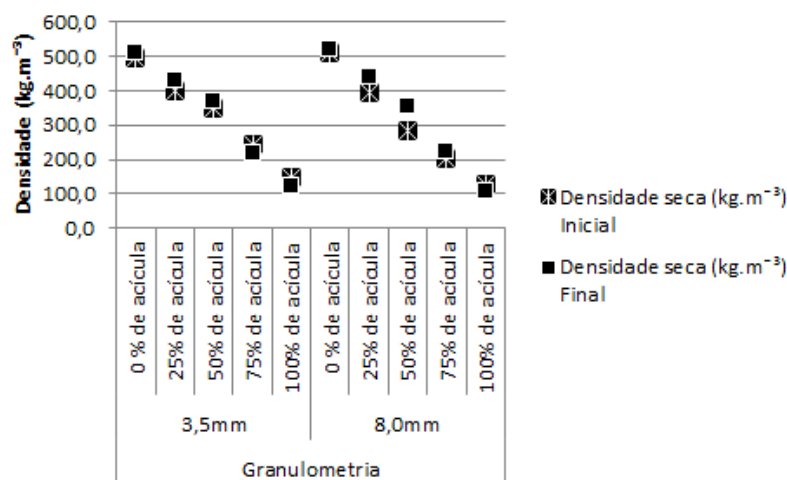


FIGURA 3. Variação da densidade seca inicial (dia 0) e final (417 dias após o transplante) dos substratos a base de misturas de acículas de *Pinus* no cultivo do porta enxerto “Trifoliata”. Porto Alegre, 2015.

Avaliando as características físicas das novas misturas ao longo do cultivo, percebe-se pequena variação das porcentagens de sólidos, espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT) e água remanescente (AR) quando avaliados os tratamentos com acícula com granulometria de 3,5mm (Figura 4). Desta forma, o material manteve suas características físicas, mostrando-se estável.

Não existem trabalhos que avaliam a estabilidade dos substratos orgânicos, uma vez que o processo de decomposição, embora estabilizado após a compostagem, podem sofrer alteração no tamanho e rearanjo de partícula, influenciando dessa forma tais características.

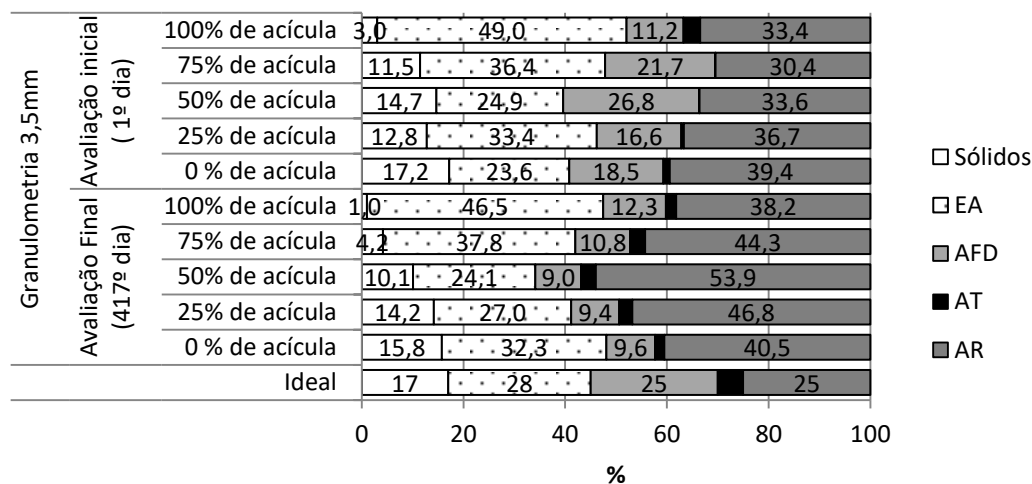


FIGURA 4. Características físicas: sólidos, EA (espaço de aeração), AFD (água facilmente disponível), AT (água tamponante) e AR (água remanescente) das diferentes proporções do substrato Vida® em mistura com acículas de *Pinus* nas granulometria de 3,5 mm, avaliadas no momento do transplante e aos 417 DAT. Porto Alegre, 2015.

Dentre as características que apresentaram pequena variação estão a quantidade de AFD, AT e AR.

Ao contrário, os tratamentos formados a partir de acículas de *Pinus* com granulometria de 8,0 mm apresentaram instabilidade de partícula, pois ocorreu grande variação entre as porcentagens das características físicas no início e ao final do cultivo (Figura 5). São vários os fatores que podem explicar tal comportamento, como o rearanjo de partículas, a decomposição de materiais não estabilizados; compactação do substrato, a liberação de exudatos radiculares e o estabelecimento de microorganismos no material orgânico.

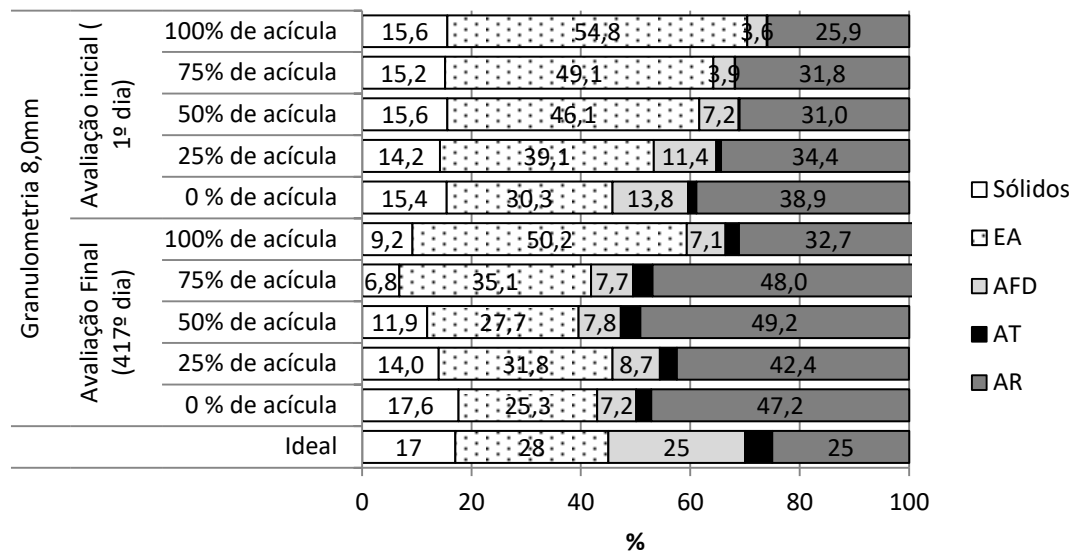


FIGURA 5. Características físicas: sólidos, EA (espaço de aeração), AFD (água facilmente disponível), AT (água tamponante) e AR (água remanescente) das diferentes proporções do substrato Vida® em mistura com acículas de *Pinus* nas granulometria de 8,0 mm, avaliadas no momento do transplante e aos 417 DAT. Porto Alegre, 2015.

Apesar dos substratos terem sofrido alterações das características físicas ao longo do cultivo, essas não influenciaram o crescimento do porta-enxerto cítrico. Os resultados de altura foram similares entre os tratamentos que possuíam a mesma proporção (v:v) de acícula de *Pinus*, indiferentemente da granulometria de 3,5 e 8,0 mm (Figura 6). Isso se justifica, pela proximidade da CE entre estes tratamentos. Segundo Scivittaro (2004), a adubação influencia o desenvolvimento do *Poncirus trifoliata*.

Ao longo do cultivo, verificou-se um maior crescimento em altura naquelas plântulas de *Poncirus trifoliata*, cultivadas no substrato Vida® puro ou com 25% de acículas, independentemente do tamanho de partícula (Figura 6). Isso decorreu da maior condutividade elétrica das misturas obtidas nos tratamentos com menor proporção de acículas (Figura 3).

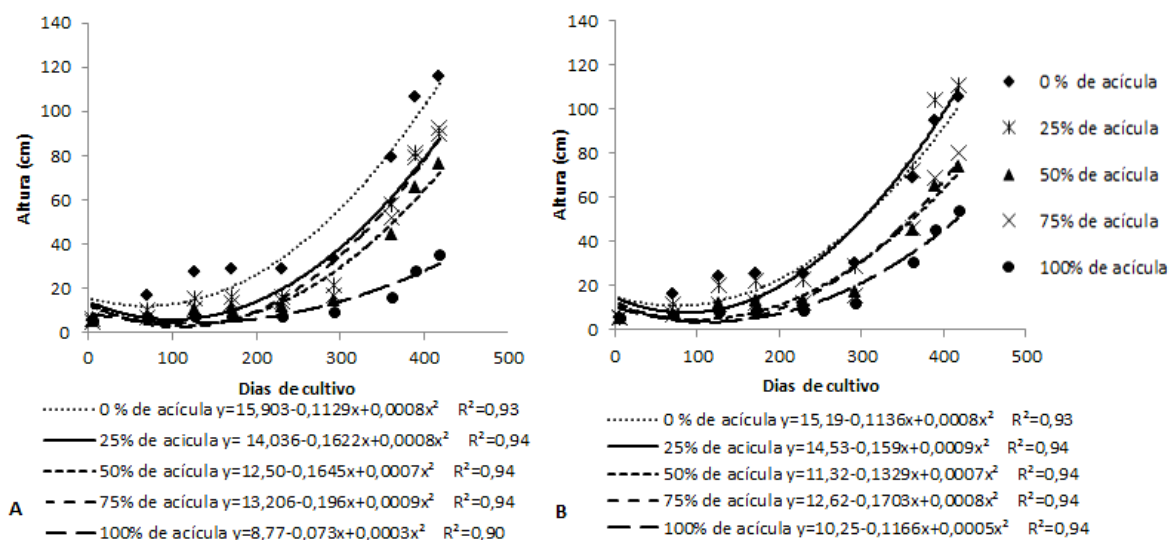


FIGURA 6. Avaliação da altura do porta-enxerto “Trifoliata” ao longo de 417 dias de cultivo em diferentes misturas do substrato comercial Vida e acículas de *Pinus* em duas granulometrias distintas A (3,5mm) e B (8,0mm). Porto Alegre, 2015.

Possivelmente, se mantidas as mesmas condições de fertilidade dos substratos ao longo do cultivo, os tratamentos com maior porcentagem de acícula de *Pinus* não seriam prejudicados.

Desta forma, inúmeros autores relatam ausência de diferenças em estágios iniciais de desenvolvimento vegetativo, ao utilizarem substratos comerciais com adubação de base (Girardi *et al.*, 2001). No caso do substrato 100 % Vida ou em mistura com 25% de acícula de *Pinus*, por possuírem CE superior aos demais tratamentos com maior porcentagem de acículas de *Pinus*, promoveram um crescimento inicial superior às plântulas.

O artigo 3.2 comprovou que, com menor variação da CE em estágio de desenvolvimento inicial, proporcionou maior crescimento de plântulas nos tratamentos com 25 e 50% de acícula de *Pinus*, tornando, dessa forma, possível a utilização da acícula como um condicionador de substratos.

O diâmetro apresentou comportamento similar ao crescimento em altura. Através da análise de regressão, verifica-se uma redução no diâmetro do porta-enxerto

“Trifoliata”, à medida que aumentou a porcentagem de acícula na mistura, indiferentemente da granulometria (Figura 7). O tratamento com substrato comercial puro apresentou resultado superior aos tratamentos que continham acículas de *Pinus* na sua composição, como consequência de sua maior fertilidade inicial. Decarlos (2002), avaliando doses crescentes de adubação nitrogenada, verificou maior crescimento, tanto de altura quanto em diâmetro em diferentes porta-enxertos cultivados em tubetes. Contudo, doses de N superiores a 3.000 mg.dm^{-3} causaram efeito depressivo ao crescimento das plantas.

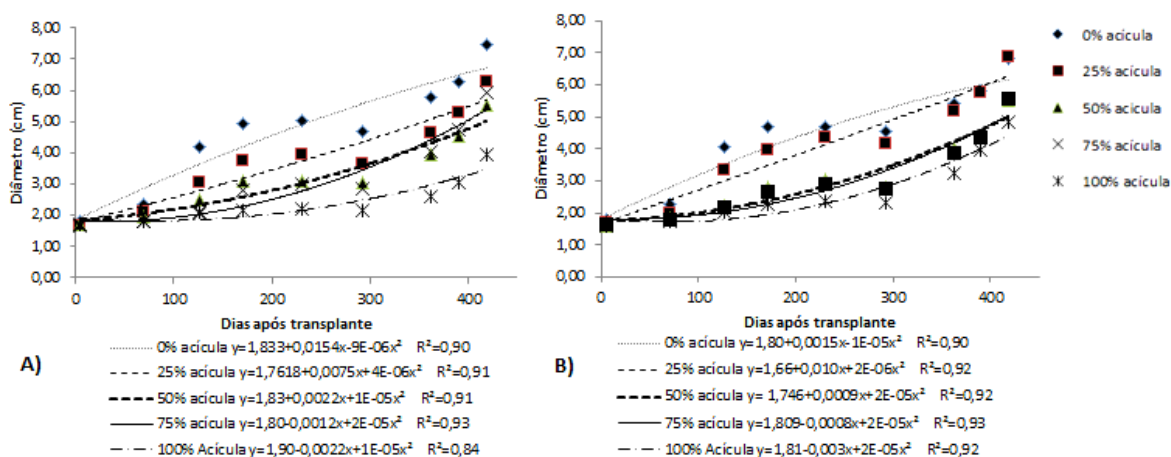


FIGURA 7. Diâmetro do porta-enxerto “Trifoliata” ao longo de 417 dias de cultivo em diferentes misturas do substrato comercial Vida e acículas de *Pinus* em duas granulometrias distintas A (3,5mm) e B (8,0mm). Porto Alegre, 2015.

O incremento em diâmetro é um parâmetro importante em viveiros, pois sua aceleração significa poder antecipar a enxertia e, portanto, produzir a muda em menor tempo (Souza & Schäfer, 2006).

O tempo necessário para que porta-enxertos atinja o ponto de enxertia no Rio Grande do Sul pode ultrapassar um ano, podendo variar conforme o clima e sistema de cultivo (Oliveira et al., 2014). Contudo, outros processos de propagação como a estaquia tendem a acelerar este processo (Mourão Filho et al., 2009).

Os maiores massas foram obtidas respectivamente em caules, seguidas de raízes e folhas (Figura 8).

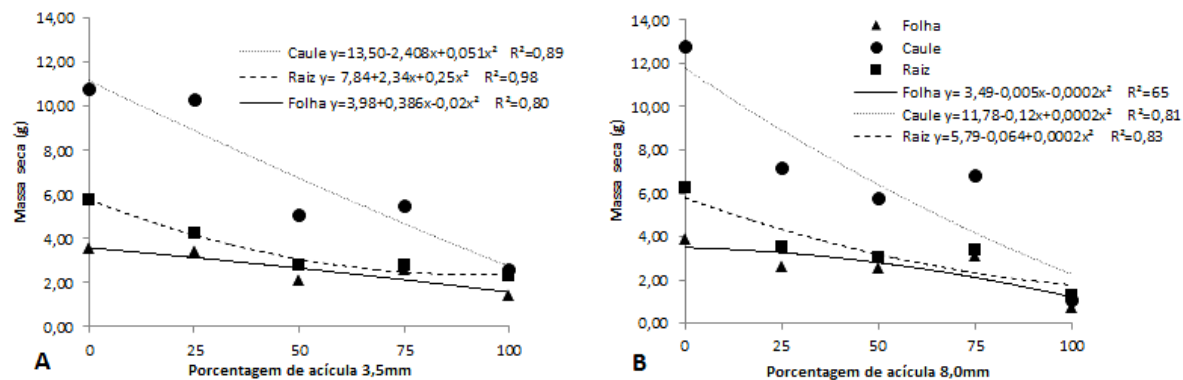


FIGURA 8. Avaliação da massa seca do porta-enxerto “Trifoliata” em diferentes misturas do substrato comercial Vida e acículas de *Pinus* em duas granulometrias distintas (A – 3,5mm) (B – 8,0mm). Porto Alegre, 2015.

Schafer (2006), encontrou maior acúmulo de massa seca no sistema radicular em detrimento da parte aérea, diferentemente dos resultados encontrados neste trabalho. Comprova-se, através da discrepância dos resultados observados, que o crescimento da planta está diretamente ligado à fertilidade dos tratamentos. Os tratamentos com maior fertilidade, principalmente inicial, proporcionaram uma maior aceleração do crescimento, evidenciando-se ao final do experimento maior acúmulo de matéria seca tanto na raiz quanto na parte aérea.

Para avaliação da consistência de torrão, verificou-se que, à exceção do tratamento composto por 100% de acícula de *Pinus*, todos os demais apresentaram índices médios superiores a quatro, indiferentemente da granulometria testada (Figura 9). A menor formação do torrão no tratamento 100% acícula de *Pinus*, deveu-se ao menor desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, menor crescimento e massa seca do sistema radicular. Além disso, o maior EA desse tratamento torna menor a adesão entre as partículas.

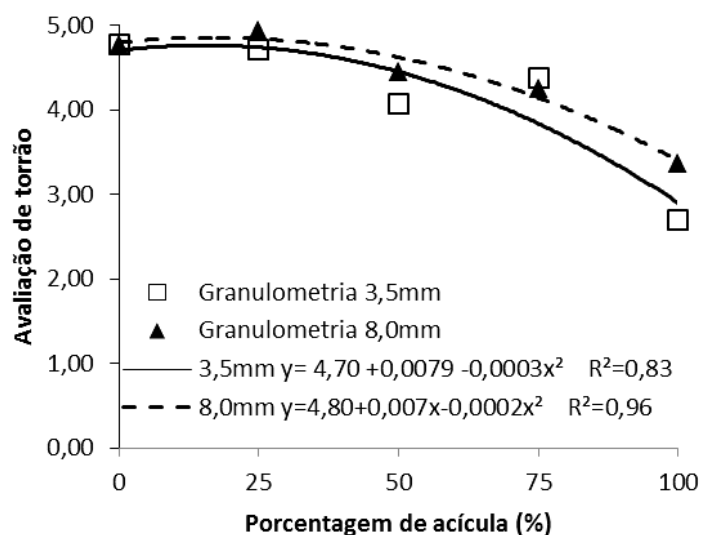


FIGURA 9. Formação do torrão do porta-enxerto “Trifoliata” em diferentes misturas do substrato comercial Vida e acículas de *Pinus* em duas granulometrias distintas. Porto Alegre, 2015.

Avaliou-se por fim, o número médio de folhas por planta, o tamanho médio de folhas e a área foliar (Figura 10). Os dados observados reafirmam o menor desenvolvimento das plantas cultivadas nos substratos, associados à menor CE e consequentemente, menor desenvolvimento das plantas.

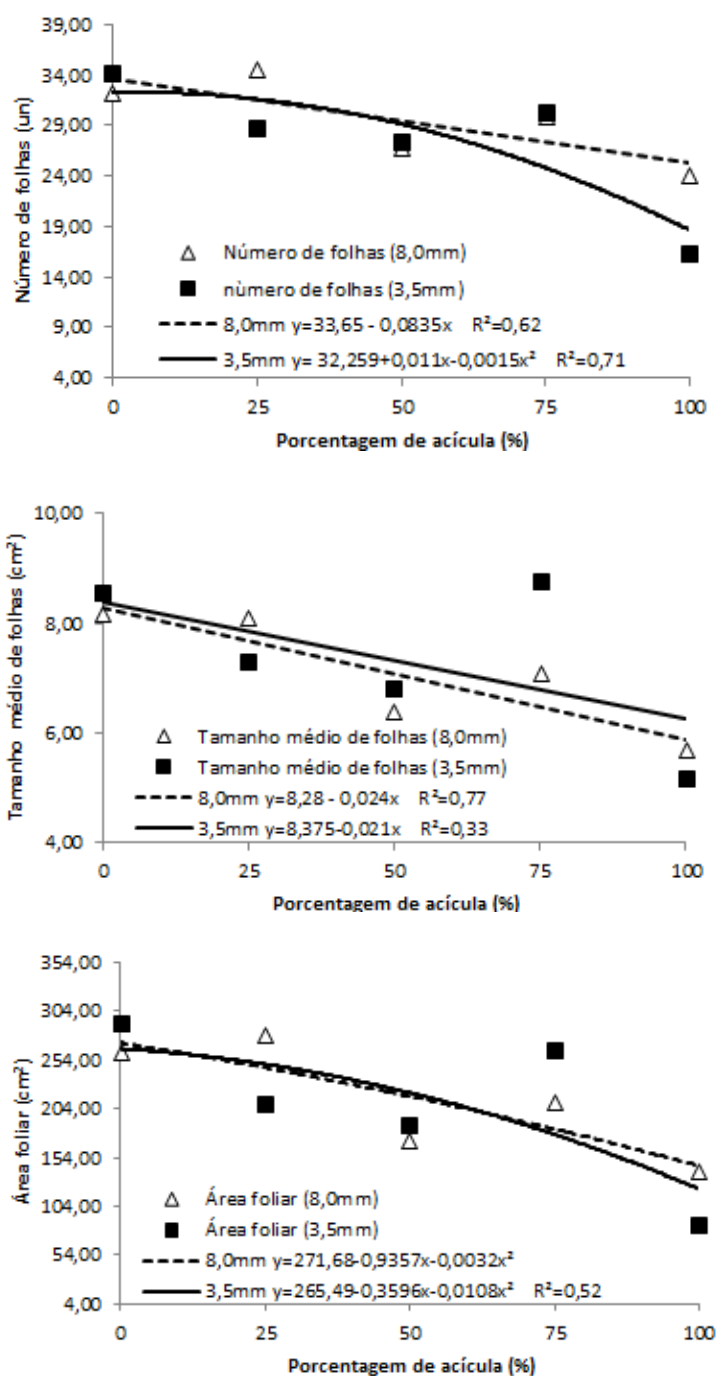


FIGURA 10. Avaliação do número de folhas, tamanho médio de folhas (cm²) e área foliar (cm²) do “Trifoliata” em diferentes misturas do substrato comercial Vida e acículas de *Pinus* em duas granulometrias distintas. Porto Alegre, 2015.

Com este trabalho, verificou-se a necessidade de equilibrar a fertilidade dos substratos, minimizando o efeito da CE, uma vez que esta é uma das características balizadoras para o crescimento de porta-enxertos cítricos.

CONCLUSÕES

É possível a utilização de 25% de acícula de *Pinus* em mistura com substrato comercial alcalino a base de casca de eucalipto, promovendo o crescimento do porta-enxerto “trifoliata”.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e FAPERGS, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEVINGTON, K.; CASTLE, W.S. Annual root growth pattern of young citrus trees in relation to shoot growth, soil temperature, and soil water content. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.110, p.840-845, 1985.

BOARO, V. **Manejo do pH de substrato orgânico alcalino visando a produção de mudas cítricas**. 2013. 115f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

DECARLOS NETO, Antônio *et al.* Crescimento de porta-enxertos de citros em tubetes influenciados por doses de N. 2002.

FERMINO, M.H.; KÄMPF, A.N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.75-79, 2012.

FOCHESATO, Mário Luís *et al.* Crescimento vegetativo de porta-enxertos de citros produzidos em substratos comerciais. **Cienc. Rural**, Santa Maria , v. 37, n. 4, p. 970-975, Agosto, 2007.

GIRARDI, E.A.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; GRAF, C.C.D.; OLIC, F.B. Influence of the source and dosage of slow-release fertilizers on containerized citrus nursery trees. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., 2001, Ribeirão Preto. **Proceedings...** Ribeirão Preto: EECB, 2001. p.258-262.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M.. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1069-1076, Dezembro, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2013**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2013/default.shtm>>. Acessado em: setembro, 15.

KÄMPF, A. N. **Evolução e perspectivas do uso de substratos no Brasil**. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, Maria Aparecida N. *Nutrição e Adubação de Plantas Cultivadas em Substrato*. Viçosa: Editora Gráfica da Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 3-10.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**, Guaíba: Agropecuária, 2005. 256 p.

KLEINPAUL, Isabel Sandra, *et al.*. Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em *Pinus elliottii* Engelm, *Eucalyptu* ssp. e floresta estacional decidual. **Revista Árvore**. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48829616>> ISSN 0100-6762. Acessado: 10/08/15.

LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. *Acta Hortic.*, Wageningen, v. 396, p. 273-284, 1995.

MALVESTITI, A.L. Propriedades e aplicações da fibra de coco na produção de mudas. In: BARBOSA, J.G. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p.226-235.

MAPA. Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº14 de 15 de dezembro de 2004. Aprova o regulamento da Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do>>. Acessado em janeiro de 2016.

MAPA. Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº5 de 10 de março de 2016. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=317444>. Acessado em: maio de 2015.

MELLO, F. A. F. *et al.* Effects of urea and ammonium sulphate on the pH and nitrification in a dark red latosol. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 37, n. 1, p. 1-10, 1980.

MOURÃO FIHO, F. A.; GIRARDI, E. A.; COUTO, H. T. Z. ‘Swingle’ citrumelo propagation by cuttings for citrus nursery tree production or inarching. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 120, n. 2, p. 207 - 212, 2009.

MÛNIZ, G. I. B.; LENGOWSKI, E.C.; NISGOSKI, S.; MAGALHÃES, W. L. E.; OLIVEIRA, V. T.; HANSEL, F. Characterization of *Pinus* spp needles and evaluation of their potential use for energy. **Cerne**, v. 20, n. 2, p. 245-250, abr./jun. 2014.

OLIC, F.B.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; GRAF, C.C.D.; GIRARDI, E.A.; SALVO, J.G.; COELHO, R.D. Vegetative growth of containerized citrus nursery trees subjected to five levels of irrigation. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., 2001, Ribeirão Preto, Proceedings... p. 131-133.

OLIVEIRA, E. M. *et al.* A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento e o crescimento de quinze porta-enxertos de citros propagados por estaquia. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 35, n. 1, p. 35 - 43, 2014.

PRATO, A. Multiplicação de porta-enxertos de citros por estaquia. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (94 p.). Julho, 2015.

SCHÄFER, G. Produção de porta-enxertos cítricos em recipientes e ambiente protegido no Rio Grande do Sul. 2004. 129 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2004.

SCHAFER, Gilmar *et al.* Desenvolvimento vegetativo inicial de porta-enxertos cítricos cultivados em diferentes substratos. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1723-1729, Dec. 2006 .

SCHAFER, G. *et al.* Um panorama das propriedades físicas e químicas de substratos utilizados no sul do Brasil. **ORNAMENTAL ORTICULTURE**, v. 21, n. 3, pg. 299-306, 2015

SCHUMANN, A. W.; LITTLE, K. M.; ECCLES. Suppression of seed germination and early seedling growth by plantation harvest residues. *South African Journal of plant and Soil*, Pretoria, v. 12, n. 4, p. 170-172, 1995.

SCIVITTARO, Walkyria Bueno; OLIVEIRA, Roberto Pedroso de; RADMANN, Elizete Beatriz. Rates of slow-release fertilizer on 'Trifoliata' rootstock production. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 520-523, 2004.

SOUZA, P.V. de S.; SCHÄFER, G. Produção de mudas de laranjeiras. In: KOLLER, O.C. (Org.). **Citricultura: 1. Laranja: tecnologia de produção, pós-colheita, industrialização e comercialização**. Porto Alegre: Ed. Cinco Continentes, 2006. cap. 5, p. 55-87.

SPIER, M. Ajuste de metodologias para análise física de substratos e teste do resíduo de cana-de-açúcar para o cultivo de plantas. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 102 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SPIER, Mônica *et al.* CULTIVO DE FLOR-DE-MEL EM SUBSTRATO DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 3, p. 251-255, 2009.

SPIER, M., SILVA, D. S., SCHÄFER, G. SOUZA, P. V. D. **Cultivo de flor-de-mel em substrato de bagaço de cana-de-açúcar**. *Scientia Agrária* vol. 10, núm. 3, maio-junho, 2009, pp. 251-255 UFP, Paraná, Brasil.

THÖRNQVIST, T. Drying and storage of forest residues for energy production. *Biomass*, London, v. 7, n. 2, p. 125-134, 1985.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo apresentam o potencial da utilização de acículas de *Pinus* como condicionador de substratos alcalinos. Foi verificado que utilizar acículas em misturas com substratos alcalinos promove o desenvolvimento de porta-enxertos cítricos quando utilizado em proporções inferiores a 50% em fase de sementeira e 25 % para o transplante. A limitação encontrada no crescimento e desenvolvimento de porta-enxertos cítricos, utilizando maior porcentagem de acículas, decorre do manejo adotado para todos os tratamentos, fato este que favorece alguns tratamentos em detrimento de outros.

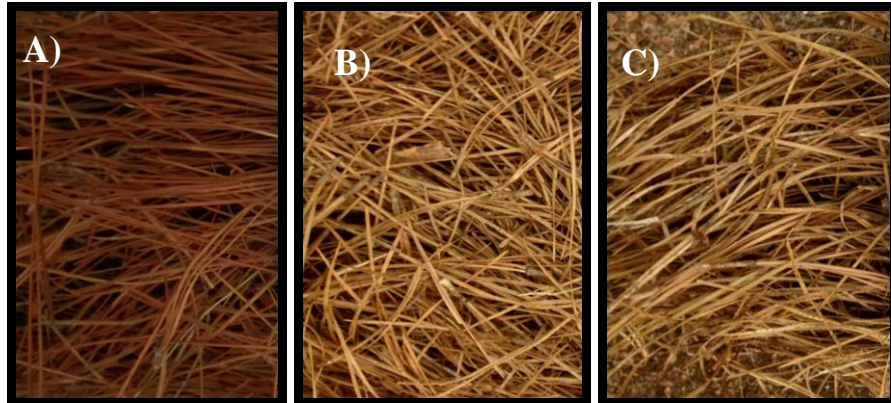
As características químicas, físicas e biológicas observadas nas acículas, às tornam um insumo favorável para o desenvolvimento de novos produtos para meios de cultivos em vaso. Sua acidez e baixa condutividade são características químicas almejadas para o cultivo em recipiente diferenciando de inúmeros outros materiais. A porosidade total, o plausível ajuste da curva de retenção de água através da granulometria e a comprovada estabilidade deste insumo ratificam o seu potencial.

Contudo, sua utilização de forma pura requer novos estudos, comprovado através desse e inúmeros trabalhos que cada substrato proporciona características singulares.

Especula-se que a remoção de acículas de *Pinus* em florestas poderá gerar inúmeros benefícios, como, a redução de focos de incêndio, promover a regeneração de

plantas de cobertura em floresta de *Pinus*, a redução do aporte de calcário nos cultivos subsequentes, além de utilizar as acículas para um aproveitamento nobre e de valor agregado.

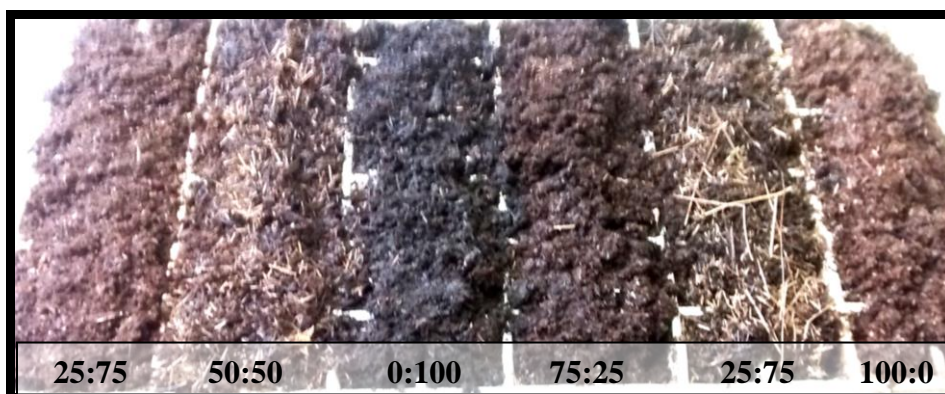
7 APÊNDICES



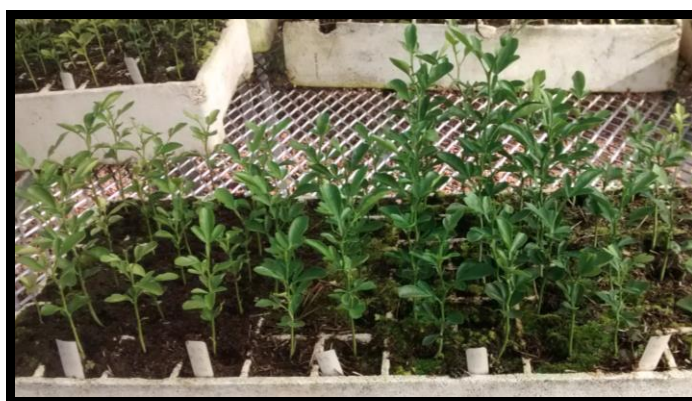
APÊNDICE 1. Experimento referente ao potencial da acícula de *Pinus* sp. para uso como substrato para plantas. Visualização dos diferentes materiais coletados. A) acículas com 5 meses; B) acículas com 12 meses; C) acículas com 16 meses de decomposição “in situ”.



APÊNDICE 2. Experimento referente ao potencial da acícula de *Pinus* sp. para uso como substrato para plantas. Processo de trituração e diferentes granulometrias 2,0; 3,5 e 8,0 mm.



APÊNDICE 3. Potencial da utilização de acículas de *Pinus* sp. para uso como substrato para o porta-enxerto ‘Fepagro C37’. Visualização da diferença visual entre os diferentes tratamentos (acícula:substrato; v:v)



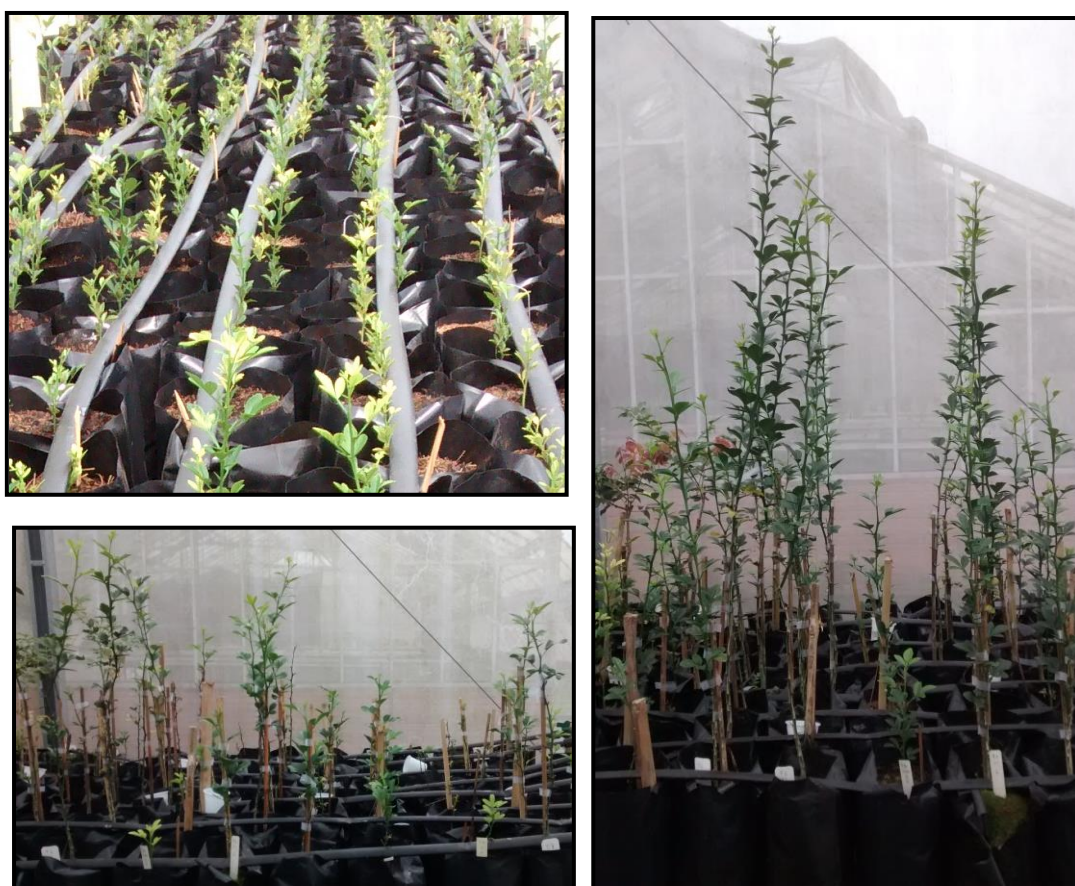
APÊNDICE 4. Potencial da utilização de acículas de *Pinus* sp. para uso como substrato para o porta-enxerto ‘Fepagro C37’. Visualização da diferença visual entre os diferentes tratamentos no desenvolvimento vegetativo do porta-enxerto “FepagroC37”.



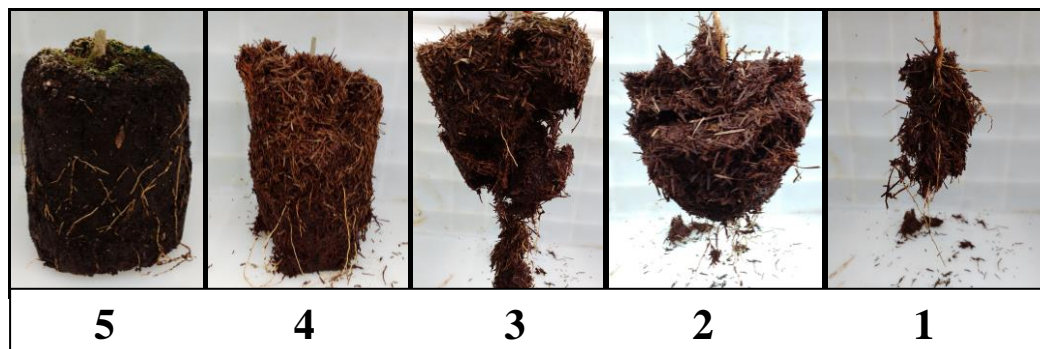
APÊNDICE 5. Relação de algumas avaliações desenvolvidas. A) Análises químicas (Pour Thru); B) Peso de parte aérea e raiz; C) Área Foliar; D) Pesagem do material moído para posterior digestão avaliando o desenvolvimento do porta-enxerto ‘Fepagro C37’.



APÊNDICE 6. Diferentes misturas (v:v) entre acículas de *Pinus* e casca de eucalipto, no experimento intitulado potencial da acícula de *Pinus* sp. para uso como substrato para o transplante do porta-enxerto “Trifoliata”.



APÊNDICE 7. Diferentes estágios de desenvolvimento do transplante do dia zero até o encerramento do experimento (417 dias após plantio) do porta-enxerto “trifoliata” avaliado nos substrato com diferentes proporções (v:v) de acículas de *Pinus* e casca de eucalipto.



APÊNDICE 8. Escala subjetiva de avaliação da formação de torrão no cultivo do porta-enxerto “trifoliata” avaliado nos substrato com diferentes proporções (v:v) de acículas de *Pinus* e casca de eucalipto.