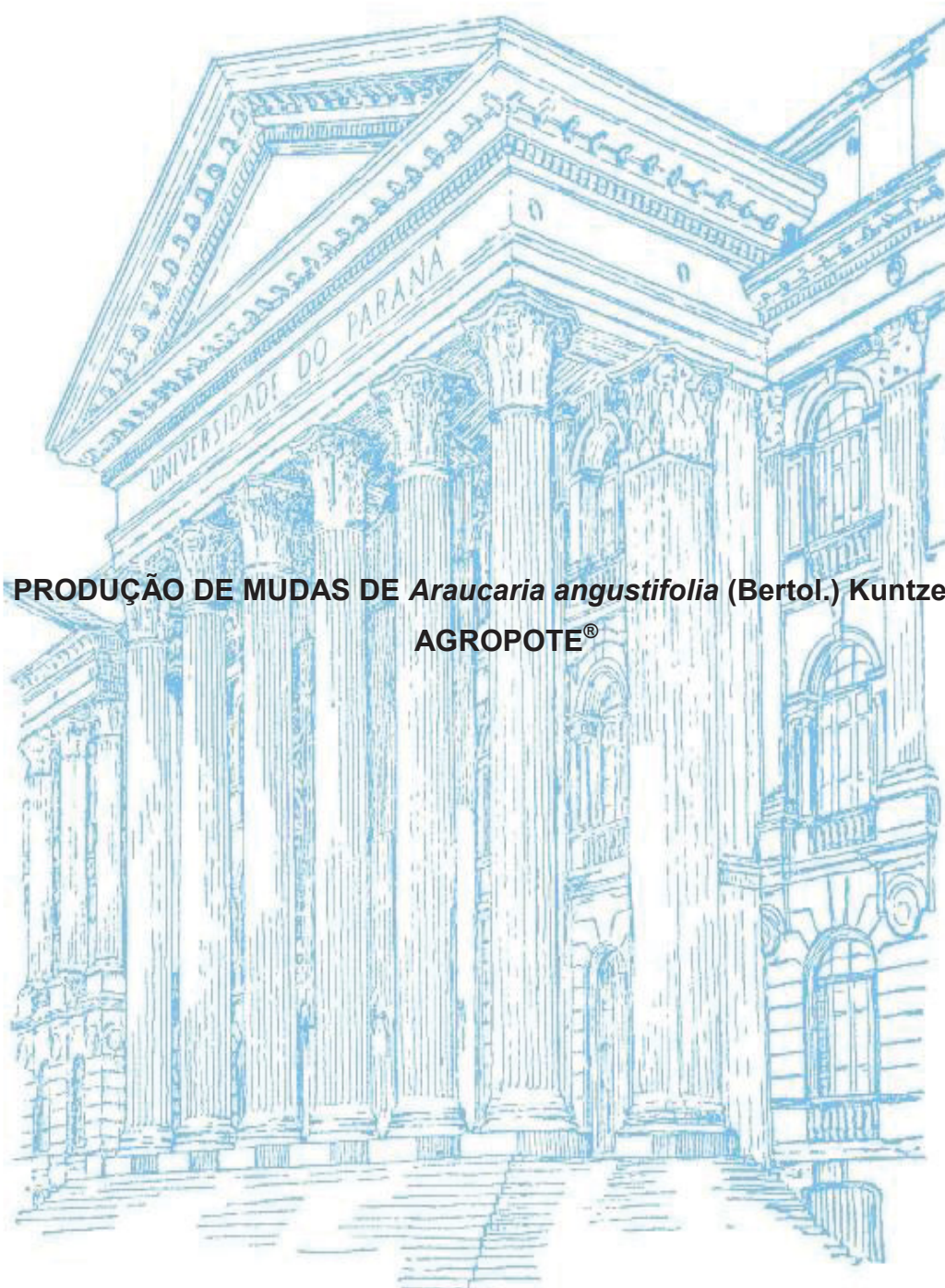


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LEANDRO MARCOLINO VIEIRA



**PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze EM
AGROPOTE®**

CURITIBA

2018

LEANDRO MARCOLINO VIEIRA

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze EM
AGROPOTE®**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Zanette

Coorientadores: Prof. Dr. Antônio Carlos Motta
Dr. Valdeci Constantino

CURITIBA

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS/UFPR -
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, DOUGLAS ALEX JANKOSKI CRB 9/1167
COM OS DADOS FORNECIDOS PELO (A) AUTOR (A)

V658p
Vieira, Leandro Marcolino
Produção de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze
em Agropote® / Leandro Marcolino Vieira. - Curitiba, 2018.
80 f.: il., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor
de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia
- (Produção Vegetal).
Orientador: Flávio Zanette
Coorientador: Antônio Carlos Motta
Coorientador: Valdeci Constantino

1. Pinheiro-do-paraná. 2. Substratos. 3. Árvores - Mudas -
Recipientes. 4. Mudas - Qualidade. I. Zanette, Flávio. II. Motta,
Antônio Carlos. III. Constantino, Valdeci. IV. Título. V. Universidade
Federal do Paraná.

CDU 582.473



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL)

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **LEANDRO MARCOLINO VIEIRA** intitulada: **PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze EM AGROPOTE**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 16 de Março de 2018.



FLAVIO ZANETTE

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)



LUIZ ANTONIO BIASI

Avaliador Interno (UFPR)



VALDECI CONSTANTINO

Avaliador Externo (UFPR)

À *Araucaria angustifolia*: riqueza das nossas paisagens, cultura do nosso sul, fonte de sustento e nascente de biodiversidade, merecedora do meu respeito e do meu amor!

Ao Brasil, nossa pátria amada, no anseio de que essas pequenas descobertas contribuam para grandes conhecimentos!

À minha família, por sempre apoiarem e incentivarem essa caminhada!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, nosso grande pai, por permitir essa imensa caminhada, repleta de experiências e desafios, onde cada momento foi único e essencial para a minha formação humana e profissional;

À minha maravilhosa família, pela base, pelos princípios, pelo carinho, pelo amor e todo o imprescindível apoio no decorrer dessa caminhada;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa;

À UFPR, por todo o apoio institucional e financeiro na realização do presente estudo;

À empresa Agrofior[®], pela parceria e contribuição na pesquisa;

Ao grande amigo Erik Nunes Gomes, pela amizade desde a graduação, pelo enorme incentivo, inspiração e ajuda nessa trajetória, pelas parcerias acadêmicas, caminhadas produtivas, futebol com discussões políticas, pelo exemplo, bem como pelos ensinamentos filosóficos e morais, que serviram de base para se tornar uma pessoa melhor, buscando contínua evolução;

Ao professor Dr. Flávio Zanette, pela excelente orientação, por todos os ensinamentos, pela paciência, pelo exemplo e preparo para vida profissional. Pela polidez e pelas “podas drásticas” (objetivando-se melhorar a formação e a produção). Serei sempre grato por essa imensa oportunidade!

Ao Dr. Valdeci Constantino, pela amizade, pela excelente coorientação no decorrer desse estudo, por permitir e estimular de modo acessível à discussão de temas complexos na área de atuação, sempre de forma humilde e construtiva;

Ao professor Antônio Carlos Vargas Motta, pela grande contribuição e rigor na execução das análises químicas e por toda coorientação;

Ao professor Dr. Übersson Boaretto Rossa, pelo exemplo e pela rigorosa e excelente orientação durante o curso de graduação, bem como pelo incentivo à vida acadêmica;

À professora Ms. Roselaine Vieira Sônego, pelas orientações duradouras e produtivas durante a graduação, sendo essas essenciais para continuidade na vida acadêmica;

Ao professor Dr. Adolfo Jatobá, pelas oportunidades, pelo incentivo à pesquisa e parcerias acadêmicas;

Ao professor Dr. Fernando Prates Bisso, pelo exemplo, pelo incentivo, pelas essenciais dicas no sentido de aprimorar a vida intelectual e toda contribuição durante o curso técnico e graduação;

Ao professor Dr. Teomar Duarte, pela amizade, pelas dicas acadêmicas e pelo exemplo profissional;

Aos professores do Instituto Federal Catarinense: Vera Maria Carvalho, Rodrigo Martins Monzani, Luciano Alves, Delano Dias Schleder, Jonas Cunha Espindola, Alessandro Eziqiel da Paixão, Juahil Oliveira Junior, Juliano Santos Gueretz, Marilandes Mol Ribeiro Melo, Elizabeth Schwegler e Robilson Antônio Weber, pelos ensinamentos que serviram de base para a realização do mestrado.

Aos demais professores, funcionários e colegas do Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari, por fazerem parte deste trajeto;

Ao amigo Osmar Eugênio Kretschek, por me apresentar à Agrofior e contribuir no tema do presente estudo;

À amiga Professora Dra. Caroline Frizzo (ex-coordenadora de churrascos e da cozinha da pós, hahaha, “risos e brincadeiras à parte”), pela contribuição no presente estudo, e pela preocupação em sempre estar ajudando aos amigos e propondo melhorias;

À amiga professora Dra. Crizane Hackbarth, pela amizade, pelas parcerias e dicas acadêmicas, bem como pelo exemplo profissional;

Às amigas: Maíra Maciel Tomazzoli (Maíra da Ilha), Cíntia de Moraes Fagundes (Menina Cíntia de Pelotas) e Jéssica Tomasi (papa-léguas), pela imensa amizade, pelos conselhos, pelas parcerias acadêmicas, e principalmente por tornar os meus dias mais alegres e repletos de risadas;

Ao casal Ângelo e Renata, pela amizade, por tornar essa caminhada divertida e acompanhada de um delicioso risoto com maionese (o melhor já provado até o momento);

Ao casal Felipe e Gaby, pela amizade, pelo exemplo, por sempre compartilhar bons “espíritos”, repletos de energia, entusiasmo, positividade, e pelo incentivo à reflexão, sempre almejando por um mundo melhor;

Ao amigo Silvano, pela amizade, pelas valiosas dicas e parcerias acadêmicas;

Aos amigos e amigas: Tales, Rafaela, Juliana, Juliane, Mari e Tim, pela amizade e pelo compartilhamento de momentos e experiências;

Aos colegas Fabricia, Michele, Mirele, Laís, Aurea, Ana Paula, Marcus Cremonesi, Laudiane e Newton, pelo convívio e trocas de experiências;

À Lucimara Antunes, nossa excelentíssima e admirável secretária, pelo profissionalismo e disposição, sempre facilitando a nossa vida diante as questões acadêmicas no programa de pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal;

Ao técnico do Laboratório de Ecofisiologia Vegetal, Roger Raupp Cipriano, pela amizade e auxílio acadêmico;

Às técnicas Maria Emilia, Josyane e Carla, pelo apoio na condução dos experimentos;

Às colegas zeladoras Dete e Soraia, por manterem nosso ambiente de estudo sempre limpo e organizado, bem como pelo bom humor e simpatia na convivência;

Ao professor Dr. Luiz Antonio Biasi, pelos valiosos ensinamentos na arte da fruticultura, pelo exemplo profissional, bem como pela imensa contribuição nas correções realizadas durante pré-defesa e defesa dessa dissertação;

Ao professor Dr. Cícero Deschamps, pela excelente coordenação da PGAPV, bem como pela disponibilidade do laboratório para execução das análises;

Ao professor Dr. Mauro Brasil, pela amizade, por me aceitar na prática docente, e pelas parcerias acadêmicas;

Ao professor de Dr. Henrique da Silva Silveira Duarte pelas valiosas contribuições na condução da disciplina de seminários;

Ao professor Dr. Henrique Soares Koehler, pelo apoio no delineamento estatístico e interpretação de dados experimentais;

Aos amigos do GEPE, Leandro, Renata, Franciele e Nicolas, pela amizade e parcerias nessa minha nova caminhada!

À professora Dr. Katia Christina Zuffellato-Ribas, pelos fascinantes ensinamentos da fisiologia vegetal, pelo exemplo profissional e por aceitar me orientar no doutorado e fazer parte dessa nova caminhada!

A minha amada companheira Ju, pela paciência, pelo carinho, pelo amor, amizade e todo companheirismo e cumplicidade!

A todos que de alguma forma colaboraram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional,

MEU MUITÍSSIMO OBRIGADO!

“Não deve haver limites para o esforço humano. Somos todos diferentes. Por pior do que a vida possa parecer, sempre há algo que podemos fazer em que podemos obter sucesso. Enquanto houver vida, haverá esperança”.

Stephen Hawking

PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze EM AGROPOTE®

RESUMO GERAL

Para implantação de cultivos comerciais de araucária visando a produção de pinhões, a fase de produção de mudas é uma etapa de grande importância, pois a qualidade da muda na fase de viveiro reflete no bom desenvolvimento das plantas a campo. O objetivo do presente estudo foi avaliar a utilização do sistema Agropote® e substratos na produção de mudas de *A. angustifolia*, bem como, avaliar a qualidade das mudas após o transplantio. Para tal foram realizados dois experimentos, organizados em dois capítulos. O primeiro consistiu na avaliação de quatro formulações de substratos comerciais (F73; F55; T55; CC55) no sistema Agropote® para produção de mudas de *A. angustifolia*. O delineamento foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas no tempo, com 5 repetições de 40 plantas por parcela. Após 189 dias da semeadura foram avaliados parâmetros de crescimento e qualidade de mudas. A formulação do substrato influenciou no crescimento das mudas, no entanto não promoveu diferença na qualidade final das plantas. Concluiu-se que o sistema Agropote® se mostrou adequado para a produção de mudas de *A. angustifolia* independente do substrato utilizado; sendo recomendado o F73 por apresentar melhor custo/benefício. O segundo capítulo trata-se da avaliação do desenvolvimento de mudas de araucária produzidas no sistema Agropote® e transplantadas para vasos com diferentes substratos. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro composições de substrato: A (substrato F73 + terra preta + NPK); B (substrato T55 + terra preta + NPK); C (terra preta + NPK) e D (terra preta), com 5 repetições de 10 plantas por parcela. Parâmetros de crescimento e qualidade de mudas foram avaliados após 273 do plantio. O substrato influenciou o crescimento e qualidade das plantas, mas não na produção e conformação das raízes. Concluiu-se que o sistema Agropote® permite um adequado desenvolvimento caulinar e radicular de mudas de *A. angustifolia*, em diferentes substratos, sem necessitar a retirada do TNT.

Palavras-chave: Pinheiro do Paraná, substratos, recipientes, qualidade de mudas.

***Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze SEEDLINGS PRODUCTION IN AGROPOTE®**

GENERAL ABSTRACT

For the implantation of araucaria commercial crops aiming the production of pine nuts, the phase of production of seedlings is a stage of great importance since the quality of the seedling in the nursery phase reflects in the good development of the plants in the field. The objective of the present study was to evaluate the use of the Agropote® system and substrates in the production of *A. angustifolia* seedlings, as well as to evaluate the quality of the seedlings after transplanting. Two experiments were carried out, organized in two chapters. The former consisted of the evaluation of four commercial substrates formulations (F73; F55; T55; CC55) in the Agropote® system for the production of *A. angustifolia* seedlings. The design was completely randomized in plots subdivided in time, with 5 replications of 40 plants per plot. After 189 days of seeding, parameters of growth and seedling quality were evaluated. The substrate formulation influenced the growth of the seedlings, however, did not promote a difference in the final quality of the plants. It was concluded that the Agropote® system was suitable for the production of *A. angustifolia* seedlings independent of the kind of substrate; being recommended the F73 due presenting better cost/benefit. The second chapter concerns the evaluation of the development of Araucaria seedlings produced in the Agropote® system and transplanted to pots with different substrates. A completely randomized design with four substrate compositions was used: A (substrate F73 + black soil + NPK); B (substrate T55 + black soil + NPK); C (black soil + NPK) and D (black soil), with 5 replicates of 10 plants per plot. Parameters of seedling growth and quality were evaluated after 273 days from planting. The substrate influenced the growth and quality of the plants, but not in the roots production and conformation. It is concluded that the Agropote® system allows an adequate stem and root development of *A. angustifolia* seedlings in different substrates, without the need of TNT removal.

Key words: Paraná pine, substrates, containers, quality of seedlings.

LISTA DE FIGURAS

2 - REVISÃO DE LITERATURA

- FIGURA 1 - ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MUDAS DE *A. angustifolia* EM TUBETES..... 23
- FIGURA 2 - RECIPIENTES TRADICIONAIS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS..... 28
- FIGURA 3 - SISTEMA AGROPOTE® PARA PRODUÇÃO DE MUDAS..... 30
- FIGURA 4 - PRODUÇÃO DE MUDAS EM SISTEMA AGROPOTE®: CAFÉ (A); MARACUJÁ (B); MAMÃO (C); BANANA (D)..... 30
- FIGURA 5 - ASPECTO DO SISTEMA RADICULAR DE MUDAS DE CAFÉ PRODUZIDAS EM RECIPIENTES DE TNT (AGROPOTE®): NO VIVEIRO (A); RECÉM PLANTADA NO CAMPO (B); AVALIAÇÃO AOS 4,5 ANOS NO CAMPO (C)..... 31

3- CAPITULO I. AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS EM AGROPOTE® NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze.

- FIGURA 1 - IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO..... 38
- FIGURA 2 - ASPECTO DO SISTEMA RADICULAR DE MUDAS DE *A. angustifolia* AOS 189 DIAS PRODUZIDAS AGROPOTE®: A: PORTE DA MUDA; B; CONFORMAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR..... 40
- FIGURA 3 - CURVA DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM SISTEMA AGROPOTE COM DIFERENTES SUBSTRATOS (CURITIBA/PR - 2017)..... 41

4- CAPITULO II. QUALIDADE DE MUDAS DE *Araucaria angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® E TRANSPLANTADAS PARA VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS

- FIGURA 1 - IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO A PARTIR DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE®: ENCHIMENTO DOS VASOS (A); MISTURA DO FERTILIZANTE AO SUBSTRATO (B); DISTRIBUIÇÃO DAS MUDAS POR TRATAMENTO (C); PLANTIO (D) E (E); EXPERIMENTO INSTALADO (F)..... 54
- FIGURA 2 - ASPECTO DO SISTEMA RADICULAR DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM RECIPIENTES DE TNT (AGROPOTE®) E MANTIDAS EM VASO COM DIFERENTES SUBSTRATOS POR 9 MESES: SUBSTRATO COMERCIAL F73 + TERRA PRETA + NPK (A); SUBSTRATO COMERCIAL T55 + TERRA PRETA + NPK (B);

TERRA PRETA + NPK (C); TERRA PRETA (D).....	57
FIGURA 3 - SISTEMA RADICULAR DE MUDAS DE <i>A. angustifolia</i> NO SISTEMA AGROPOTE® AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO.....	58
FIGURA 4 - ALONGAMENTO DO SISTEMA RADICULAR DE PLANTAS CULTIVADAS COM SUBSTRATO (TERRA PRETA) SEM NPK.....	62

LISTA DE TABELAS

2- REVISÃO DE LITERATURA

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DE SUBSTRATOS QUANTO À ORIGEM E TIPO DE MATÉRIA PRIMA UTILIZADA NA SUA FABRICAÇÃO..... 24

3- CAPITULO I. AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS EM AGROPOTE® NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze.

TABELA 1 - DADOS METEOROLÓGICOS DA REGIÃO DE ABRANGÊNCIA DO EXPERIMENTO (2016/2017)..... 37

TABELA 2 - DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS..... 37

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DENSIDADE DOS SUBSTRATOS..... 38

TABELA 4 - PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® COM DIFERENTES SUBSTRATOS CURITIBA/PR (2017)..... 43

TABELA 5 - PREÇO DA CAIXA DE AGROPOTE® COM 40 UNIDADES (15 X 6,7 cm)..... 45

4- CAPITULO II. QUALIDADE E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Araucaria angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® E TRANSPLANTADAS PARA VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS.

TABELA 1 - DADOS METEOROLÓGICOS PARA REGIÃO DE ABRANGÊNCIA DO EXPERIMENTO (2017)..... 53

TABELA 2 - COMPONENTES DOS SUBSTRATOS..... 53

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DENSIDADE DOS SUBSTRATOS..... 54

TABELA 4 - PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO. CURITIBA/PR (2017)..... 56

TABELA 5 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS SUBSTRATOS NO FINAL DO EXPERIMENTO..... 59

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ALTURA DE MUDAS DE *A. angustifolia* AVALIADAS EM PARCELA DIVIDIDA NO TEMPO..... 75
- ANEXO 2 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS DE *A. Angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® COM DIFERENTES SUBSTRATOS..... 75
- ANEXO 3 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS DE *A. Angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® COM DIFERENTES SUBSTRATOS..... 75
- ANEXO 4 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MASSA SECA DE RAIZ DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® COM DIFERENTES SUBSTRATOS..... 75
- ANEXO 5 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MASSA SECA DE PARTE AÉREA DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® COM DIFERENTES SUBSTRATOS..... 76
- ANEXO 6 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MASSA SECA TOTAL DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® COM DIFERENTES SUBSTRATOS..... 76
- ANEXO 7 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® COM DIFERENTES SUBSTRATOS..... 76
- ANEXO 8 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ALTURA DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO 76
- ANEXO 9 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO.....,..... 76
- ANEXO 10 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO DE CAULE DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO..... 77
- ANEXO 11 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA NÚMERO DE

VERTICILLOS DE MUDAS DE <i>A. angustifolia</i> PRODUZIDAS EM AGROPOTE [®] E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO. CURITIBA/PR (2017).....	77
ANEXO 12 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MAIOR RAMO DE MUDAS DE <i>A. angustifolia</i> PRODUZIDAS EM AGROPOTE [®] E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO.....	77
ANEXO 13 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MAIOR ENTRENÓ DE MUDAS DE <i>A. angustifolia</i> PRODUZIDAS EM AGROPOTE [®] E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO.....	77
ANEXO 14 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MASSA SECA DE RAIZ DE MUDAS DE <i>A. angustifolia</i> PRODUZIDAS EM AGROPOTE [®] E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO.....	77
ANEXO 15 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MASSA SECA DE PARTE AÉREA DE MUDAS DE <i>A. angustifolia</i> PRODUZIDAS EM AGROPOTE [®] E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO.....	78
ANEXO 16 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA MASSA SECA TOTAL DE MUDAS DE <i>A. Angustifolia</i> PRODUZIDAS EM AGROPOTE [®] E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO	78
ANEXO 17 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA RELAÇÃO DE MASSA SECA DE PARTE AÉREA/MASSA SEDE RAIZ DE MUDAS DE <i>A. Angustifolia</i> PRODUZIDAS EM AGROPOTE [®] E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO.....	78
ANEXO 18 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA RELAÇÃO DE MASSA SEDE RAIZ/ MASSA SECA DE PARTE AÉREA DE MUDAS DE <i>A. Angustifolia</i> PRODUZIDAS EM AGROPOTE [®] E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO	78
ANEXO 19 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON DE <i>A. angustifolia</i> PRODUZIDAS EM AGROPOTE [®] E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO.....	78
ANEXO 20 - MUDA DE <i>A. angustifolia</i> PRODUZIDA EM AGROPOTE [®] : DESENVOLVIMENTO DA MUDAS AOS 6 MESES (A); SISTEMA RADICULAR COM PIVÔ DESENVOLVIDO, SEM APRESENTAR	

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	- Graus Celsius
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
dm ³	- Decímetro cúbico
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FLC	-Fertilizante de liberação Controlada
GL	-Graus de liberdade
Ha	-Hectare
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQD	- Índice de Qualidade de Dickson
MAPA	- Ministério da Agricultura, Pecuária e Meio Ambiente.
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
µm	-Micrômetro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	20
2	REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1	PRODUÇÃO DE MUDAS DE ARAUCÁRIA.....	22
2.2	SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS.....	23
2.3	RECIPIENTES PARA PRODUÇÃO DE MUDAS	27
2.3.1	Produção de mudas em Agropote®	29
3	CAPITULO I. AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS EM AGROPOTE® NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	33
	RESUMO.....	33
	ABSTRACT.....	34
3.1	INTRODUÇÃO	35
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	36
3.2.1	Instalação do experimento	36
3.2.2	Avaliações	38
3.2.3	Análise estatística.....	39
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.4	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS.....	46
4	CAPITULO II. QUALIDADE DE MUDAS DE <i>Araucaria angustifolia</i> PRODUZIDAS EM AGROPOTE® E TRANSPLANTADAS PARA VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS.....	49
	RESUMO	49
	ABSTRACT.....	50
4.1	INTRODUÇÃO	51
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	52
4.2.1	Instalação do experimento	52
4.2.2	Avaliações	55
4.2.3	Análise estatística.....	55
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56

4.4	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS.....	64
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
	REFERÊNCIAS.....	68
	ANEXOS	75

1. INTRODUÇÃO GERAL

Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze é uma das espécies nativas de maior importância econômica, ecológica, social e cultural do sul do Brasil (WENDLING et al., 2017). Embora figure na lista de espécies ameaçadas de extinção, estudos afirmam ser possível explorar sustentavelmente a espécie quando a exploração estiver baseada em critérios científicos (HESS et al., 2010).

Os remanescentes de araucária proporcionam ainda hoje, uma fonte de renda a milhares de famílias, as quais retiram seu sustento do extrativismo do pinhão (DANNER, 2012), que se destaca como produto de grande importância para os povos faxinalenses, indígenas e quilombolas da região sul do Brasil (CONAB, 2014). Apesar da sua importância, as políticas públicas voltadas para o plantio da araucária são tímidas, e raras quando o foco é a produção de pinhões, o que gera a falta de interesse pelo plantio.

Dois fatores principais contribuem para o desinteresse no plantio da araucária: a legislação (CONAMA, 2001) e o crescimento lento da espécie (CARVALHO, 2003). O primeiro visa exclusivamente a conservação da araucária, sem criar alternativas que estimulem o seu plantio. A proibição do manejo dos remanescentes ainda é uma questão polêmica, defendida por organizações ambientais e, contestada por uma ala de pesquisadores que se baseiam nas características de crescimento da espécie. A araucária não se regenera bem em ambiente sombreado (ZANETTE et al., 2017). A mortalidade de árvores com idade avançada tem sido o principal facilitador da abertura do dossel e, conseqüentemente, o principal agente estimulador da regeneração natural, favorecendo o crescimento das árvores dominadas e diminuindo as taxas de mortalidade natural na floresta (SANQUETTA, 2003). Entretanto, esse processo pode ser demorado ou insuficiente para promover o crescimento e desenvolvimento de todas as plantas regenerantes, o que eleva os riscos de extinção. Por esta razão o plantio da araucária é essencial para perpetuação da espécie. Contudo, como já citado, o seu crescimento lento é o outro fator que gera o desinteresse pela espécie.

De modo geral, uma das ações mais efetivas no sentido de conservar a araucária é o incentivo à sua conservação mediante o uso, ou seja, para que produtores tenham interesse em salvar a espécie, será preciso que os mesmos vejam possibilidades reais de ganhos econômicos com o seu plantio (ZANETTE et

al., 2017). Esse tipo de conservação têm motivado os produtores a plantarem araucária para a produção comercial de pinhões, mas a procura ainda é baixa, devido, principalmente, ao longo prazo de retorno (aproximadamente 15 anos). Em relação a isso, Zanette et al. (2017) afirmam ser necessários estudos urgentes sobre sua biologia, conservação, melhoramento genético, manejo e silvicultura.

Resultados promissores voltados para a produção de pinhões têm sido alcançados por meio de técnicas de enxertia (WENDLING, 2011, 2015; CONSTANTINO, 2017). No entanto, esse método de propagação requer mudas (porta-enxerto) de qualidade, uma vez que podem interferir no crescimento e desenvolvimento do enxerto (OLIVEIRA et al., 2008).

O bom desempenho das mudas nas condições de viveiro esta relacionado com o desenvolvimento da planta à campo. Nesse sentido, o método de produção de mudas exerce papel importante na qualidade final das plantas (CONSTANTINO et al., 2010), da mesma forma que o substrato. Substratos pobres em nutrientes ou desequilibrados nutricionalmente ocasionam baixa qualidade das mudas (CECONI, 2007; ROSSA, 2011).

Mudas de araucária são geralmente produzidas em tubetes ou saquinhos plásticos (WEEDING, 2008). Nos casos onde a produção é feita em larga escala é recomendado o tubete, que facilita o processo de enchimento dos recipientes e a realização do plantio, porém, necessita de um maior investimento inicial.

Diferentemente das espécies exóticas comerciais, são poucos os trabalhos que estudam tecnologias voltadas para otimização da produção e qualidade de mudas de espécies nativas. Uma alternativa tecnológica recente para aprimorar a qualidade na produção de mudas em larga escala é o uso do Agropote[®] (AGROFIOR PRODUÇÃO DE MUDAS LTDA ME, 2010). Essa tecnologia ainda é pouco difundida entre os viveiristas. Trata-se de um sistema de produção de fácil manuseio, com embalagens cilíndricas de TNT, sem fundo, preenchidas mecanicamente com substratos adequado conforme as necessidades da espécie. Porém, ainda não existem informações a respeito do uso do Agropote[®] para produção de mudas de araucária. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar o uso do sistema Agropote[®] na produção de mudas de *A. angustifolia*.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PRODUÇÃO DE MUDAS DE ARAUCÁRIA

A propagação da araucária por meio de sementes é o método mais utilizado, apresentando vantagens por exigir menor custo, estrutura mais simples, maior facilidade de treinamento e domínio da tecnologia pelos produtores (WENDLING; STUEPP; ZANETTE, 2017). Na produção de mudas de araucária por semente, primeiramente é preciso a aquisição de sementes maduras, disponíveis geralmente nos meses de fevereiro a setembro, dependendo da variedade (MANTOVANI et al., 2004; ANSELMINE; ZANETTE, 2008). A qualidade da semente é muito importante para garantir altas taxas de germinação e o desenvolvimento das futuras mudas. Seu ponto ideal de maturação é atingido quando caem naturalmente das árvores. Todavia, quando possível, recomenda-se para o plantio colher as sementes dentro das pinhas retiradas da planta, garantindo a certeza da matriz selecionada, bem como obter menores chances de adquirir sementes inviáveis (WENDLING; STUEPP; ZANETTE, 2017).

Por se tratar de sementes recalcitrantes, portanto intolerantes a dessecação (ROBERTS, 1973; FOWLER et al., 1999) e também ao armazenamento sob baixas temperaturas, as sementes de araucária apresentam restrições quanto ao armazenamento por períodos longos (AMARANTE et al., 2007).

O teste de viabilidade das sementes constitui etapa importante na produção de mudas. De acordo com Wendling; Stuepp; Zanette (2017), o teste pode ser realizado colocando as sementes em um recipiente com água por 24 horas, eliminando as que boiarem. Este processo garante maiores chances de sucesso na produção de mudas de araucária, pois evita perdas decorrentes do uso de sementes inférteis, atacadas por fungos ou pragas.

Após a seleção das sementes, recomenda-se a semeadura diretamente no recipiente colocando a semente de forma inclinada no substrato (WENDLING; STUEPP; ZANETTE, 2017), conforme apresentado na Figura 1.

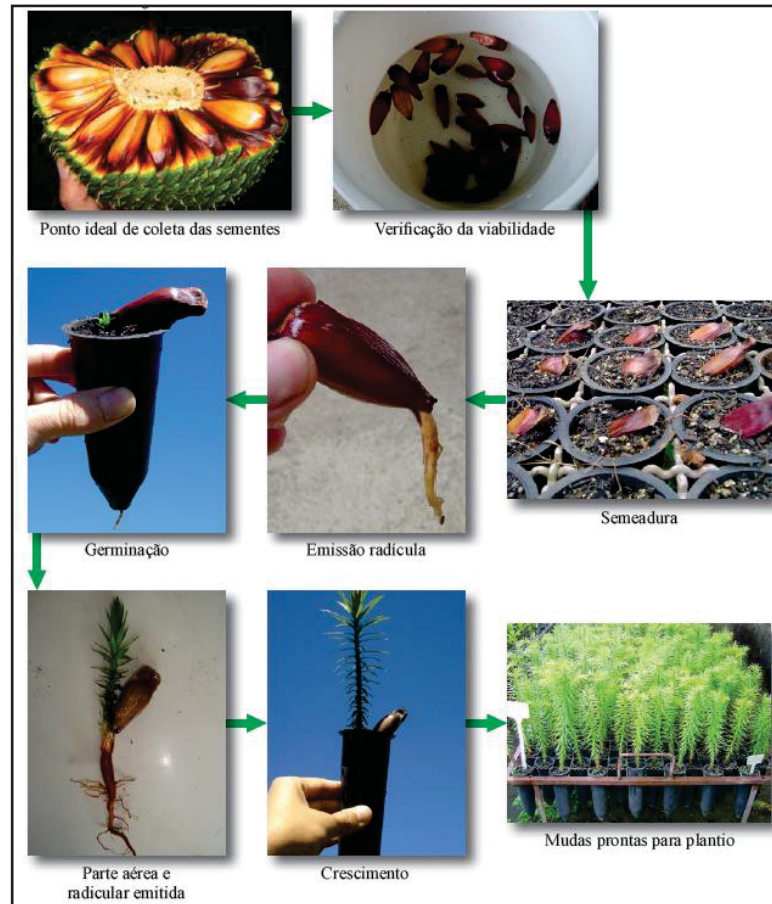


FIGURA 1- ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MUDAS DE *A. angustifolia* EM TUBETES.
 FONTE: Wendling; Stuepp; Zanette, 2017

No processo de produção de mudas a escolha adequada do recipiente e do substrato é fundamental para garantir o bom desenvolvimento das mudas no viveiro e no campo.

2.2 SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

Substrato é todo material sólido, natural, sintético, residual, mineral ou orgânico, que ao ser colocado em recipiente na forma pura ou misturada, possibilita o desenvolvimento do sistema radicular e dá suporte da planta (ABAD e NOGUERA, 1998). Tem a função de reter a umidade, podendo também fornecer determinados nutrientes (NAPPO et al., 2001).

No Brasil, conforme o inciso XXXVI do Art. 2º do Regulamento da Lei Nº 6.894, de 16 de Dezembro de 1980, Incluído pelo Decreto nº 8.384, de 2014, substrato para plantas é definido como: “Produto usado como meio de crescimento de plantas”.

De acordo com a Instrução Normativa Nº 5, de 10 de Março de 2016 (MAPA, 2016), são estabelecidas regras sobre definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda dos substratos para plantas. Conforme essa legislação, os substratos são classificados quanto à origem e tipo de matérias primas utilizadas na sua produção (Tabela 1).

TABELA 1- CLASSIFICAÇÃO DE SUBSTRATOS QUANTO À ORIGEM E TIPO DE MATÉRIA PRIMA UTILIZADA NA SUA PRODUÇÃO.

CLASSE	PRODUTO UTILIZADO NA SUA PRODUÇÃO
“A”	“Matéria-prima de origem vegetal, animal ou de processamentos da agroindústria isentos de despejos sanitários, onde não sejam utilizados no processo metais pesados tóxicos, elementos ou compostos potencialmente tóxicos, resultando em produto de utilização segura na agricultura”.
“B”	“Matéria-prima oriunda de processamento da atividade industrial ou da agroindústria isentos de despejos sanitários, onde metais pesados tóxicos, elementos ou compostos potencialmente tóxicos são utilizados no processo, resultando em produto de utilização segura na agricultura”.
“C”	“Qualquer quantidade de matéria-prima oriunda de lixo domiciliar isentos de despejos sanitários ou materiais potencialmente tóxicos, resultando em produto de utilização segura na agricultura”.
“D”	“Qualquer quantidade de matéria-prima oriunda do tratamento de despejos sanitários e industriais, resultando em produto de utilização segura na agricultura”.
“E”	“Exclusivamente matéria-prima de origem mineral ou sintética, resultando em produto de utilização segura na agricultura”.
“F”	“Qualquer proporção, a mistura de matérias-primas oriunda dos produtos das Classes “A” e “E”,

Fonte: MAPA (2016)

A presente classificação de substratos serve de base para concessão de registro de produto para o comércio, devendo atender às garantias mínimas exigidas de acordo com a Instrução Normativa citada. Diante disso, verifica-se uma ampla variedade de matéria prima que podem ser utilizadas na produção comercial de substratos. Nesse sentido, Wendling e Delgado (2008) ressaltam a importância da escolha de substratos de qualidade para a produção de mudas, devendo-se levar em conta algumas características como a boa drenagem, boa homogeneidade, baixa densidade e também ser livre de contaminantes como pragas e doenças, que estão diretamente relacionado aos componentes utilizados em sua formulação.

Wendling et al. (2017) afirmam que a formulação de um substrato pode variar conforme a disponibilidade de materiais, bem como seu custo de produção. Entre os diversos componentes estudados para formulação de substratos na produção de

mudas florestais, pode-se citar: casca de pinus (MAIA, 1999; OLIVEIRA et al., 2008), fibra de coco (SILVA et al., 2012), areia (PACHECO et al., 2006), terra (SAIDELLES et al., 2009; SOUSA et al., 2016), composto orgânico (CALDEIRA et al., 2013), casca de arroz carbonizada (SAIDELLES et al., 2009; GUERRINI e TRIGUEIRO, 2004; SILVA et al., 2012), serragem (FONSECA, 1988; BORTOLINI, 2012; WENDLING et al., 2007), vermiculita (SILVA et al., 2012; CALDEIRA et al., 2013), fertilizante de liberação lenta (ROSSA et al., 2011), turfa, esterco bovino curtido, esterco de galinha, húmus de minhoca, casca de amendoim processada (OLIVEIRA et al., 2008), lodo de esgoto (MAIA, 1999; TELES et al., 1999; CALDEIRA et al., 2013), entre outros.

Um bom substrato precisa garantir o desenvolvimento da planta com qualidade, em curto período de tempo, e ser de baixo custo (CUNHA et al., 2006).

Os componentes a serem utilizados no preparo de substratos precisam apresentar características físicas e químicas que possibilitem uma boa formação do sistema radicular e do caule da planta, proporcionando assim o adequado desenvolvimento das mudas no campo (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2014).

Na composição do substrato os componentes orgânicos são responsáveis pela retenção de umidade e fornecimento de parte dos nutrientes às plantas (CUNHA et al., 2006), podendo auxiliar também na agregação das raízes (WENDLING e DELGADO, 2008), pois se o substrato não for bem agregado poderá se esfarelar com facilidade quando a muda for retirada do recipiente.

Entre as opções de substratos para utilizar na produção de mudas de araucária, Wendling e Delgado (2008) citam como exemplos três formulações que devem ser adaptadas conforme a situação e disponibilidade de matéria prima de cada produtor ou viveirista: 1) 70% de casca de pinus semi decomposta e moída e 30% terra de subsolo; 2) 70% de composto orgânico ou húmus; 20% de moinha de carvão ou casca de arroz carbonizada e 10% de terra de subsolo; 3) 60% de composto orgânico ou húmus; 20% de moinha de carvão ou casca de arroz carbonizada e 20 % terra arenosa.

Apesar de citar a terra na composição de substratos para produção de mudas de araucária, Wendling et al.(2017) não recomenda terra retirada das matas nativas por causa de problemas ambientais que essa prática pode ocasionar. Além disso, a utilização da terra como substrato apresenta algumas desvantagens, como por exemplo, pode conter sementes ou propágulos de plantas daninhas e micro-

organismos fitopatogênicos, o que requer tratamento para desinfestação (SOUZA, 2001). Em alguns casos o peso do solo pode acabar encarecendo o manuseio e o transporte. Mesmo assim, a terra ainda é utilizada como um dos componentes na formulação de substratos, pois torna barato o custo de produção de mudas, além de ser um material acessível pelo produtor.

A utilização de substratos comerciais podem apresentar algumas vantagens com relação à uniformidade da composição química e física, estabilidade de pH, bons teores nutricionais, bem como baixos índices de contaminação por plantas invasoras e micro-organismos patogênicos (WENDLING; STUEPP; ZANETTE, 2017). Todavia, o custo elevado de aquisição constitui o principal entrave, além de muitas vezes recomendados de forma indiscriminada, com resultados desconhecidos para a espécie que se deseja propagar.

Muitas vezes é necessário enriquecer os substratos com adubação para produção de plantas saudáveis, que apresentem bom desenvolvimento no viveiro e no campo. Substratos pobres ou desequilibrados em nutrientes comprometem o sucesso do plantio (CECONI et al., 2007).

Wendling e Delgado (2008) sugerem para produção de mudas de araucária a adição de 6 kg de N-P-K (4-14-8), 1,5 kg Superfosfato simples e 700 g de FTE BR 9 ou BR 12 (produto comercial com micronutrientes) para cada metro cúbico de substrato. Os autores recomendam ainda que após 15 a 20 dias de germinação das sementes, sejam realizadas as adubações de cobertura. Para cada 1000 mudas, pode ser aplicada semanalmente três litros de solução contendo: 4,0 gramas de ureia, 3,0 gramas de superfosfato simples, 3,0 gramas de cloreto de potássio e 0,25 gramas de "FTE BR 10" por litro de água, visando o aceleração de crescimento das mudas. Já na fase de rustificação das mudas, período que visa prepará-las para as condições adversas do campo, é recomendado que, entre 20 a 40 dias antes de serem plantadas no local definitivo, os componentes da solução anterior sejam substituídos por: 4,0 gramas sulfato de amônio, 10,0 gramas de superfosfato simples, 4,0 gramas cloreto de potássio e 1,0 gramas de "FTE BR 10" por litro de água, também para cada 1000 mudas.

Além da adubação de cobertura, uma alternativa é a utilização de fertilizantes de liberação lenta ou controlada. De acordo com Bennett (1996), esses produtos incluem compostos solúveis envolvidos por uma membrana semipermeável que

dilata e contrai promovendo uma liberação gradativa e osmótica dos nutrientes para o solo ou substrato.

Rossa et al. (2011), avaliando o crescimento de mudas de araucária com as doses de 0, 3, 6 e 9 kg de Basacote[®] por m³ de substrato-base, concluíram que a dose de 6 kg promoveu o melhor crescimento e qualidade das mudas. Cabe ressaltar que o substrato-base utilizado nesse experimento foi uma mistura de substrato Plantmax[®] (60%), composto orgânico peneirado (30%) e vermiculita de granulométrica média (10%).

Apesar de serem relativamente abundantes os trabalhos relacionados a formulação de substratos para produção de mudas de espécies florestais (CUNHA et al., 2006; WENDLING et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2008; BORTOLINI et al., 2012; BOENE et al., 2013; CALDEIRA et al., 2013; GASPARIN et al., 2014; MENEGATTI et al., 2017) são poucos os que tratam de formulações específicas para mudas de araucária (WENDLING; DELGADO, 2008; ROSSA et al., 2011; VIEIRA et al., 2017).

Além do substrato, a escolha do recipiente adequado exerce papel importante no processo de produção de mudas, estando relacionado com a qualidade do sistema radicular e, portanto, com o desenvolvimento das plantas no campo (CUNHA et al., 2006; WENDLING; DELGADO, 2008; FREITAS et al., 2009).

2.3. RECIPIENTES PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

Os recipientes para produção de mudas de araucária são bastante diversificados, apresentando diversos tamanhos, formatos e tipo de material constituinte. Os sacos plásticos (Figura 2) sempre foram os mais utilizados principalmente pelo seu baixo custo de aquisição e, também, por exigir estruturas mais simples. Entretanto, seu uso vem diminuindo cada vez mais por conta da grande quantia de substrato necessário ao seu preenchimento, maior peso com a muda pronta, menor quantidade de mudas produzidas por área de viveiro, maior necessidade de mão de obra, dificuldades de transporte (WENDLING; STUEPP; ZANETTE, 2017), bem como pelo enovelamento do sistema radicular (CAMPINHOS; IKEMORI, 1983).

Devido as desvantagens apresentadas, tem sido utilizado tubetes plásticos com volume entre 75 cm³ e 210 cm³, os quais são acondicionados em bandejas

apropriadas (WENDLING; DELGADO, 2008), e possuem a vantagem de poderem ser reutilizados.



FIGURA 2 – RECIPIENTES TRADICIONAIS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS.
FONTE: O autor (2018).

Wendling e Delgado (2008) afirmam que para produção de mudas de araucária podem ser utilizados tubetes com volume a partir de 110 cm³. Ressalta-se, porém que, se o objetivo for produzir plantas de maior porte, deve-se dar preferência pelos recipientes maiores, tendo em vista o tempo que as mudas permanecerão no viveiro e o crescimento radicular.

A correta definição do tamanho e formato do recipiente influencia no desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea da planta, bem como na sobrevivência das mudas no campo (SOUZA, 1995). O autor ainda afirma que a altura, a presença de ranhuras e a forma do recipiente também são fundamentais para a formação da muda, pois condicionam o sistema radicular.

Dobner Junior et al. (2013) avaliaram o uso de tubetes na produção de mudas de *Pinus taeda* e concluíram que as mudas produzidas em tubetes de 200 cm³ aos seis meses de idade, apresentaram maior crescimento inicial quando comparadas àquelas produzidas em tubetes de 60 cm³. Esse resultado evidencia a condição de crescimento do sistema radicular (maior volume), conseqüentemente, maior disponibilidade de nutrientes.

Avaliando-se os efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção das mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra, NEVES et al. (2005), concluíram que o desenvolvimento e arquitetura das raízes após o transplante a campo foi afetado pelo recipiente, mas não pelo substrato utilizado na fase de viveiro. Os autores relatam que alguns recipientes induziram o desenvolvimento de raízes curvadas. Quando plantadas no campo esse comportamento tende a se agravar dependendo das condições físicas e químicas do solo, podendo dificultar o pleno desenvolvimento radicular e da planta.

Embora apresente algumas vantagens, a produção de mudas em tubetes também possui suas limitações, as quais estão relacionadas ao menor tempo de permanência das mudas no viveiro e o alto investimento inicial com estruturas e transporte das mudas ao campo (WENDLING; STUEPP; ZANETTE, 2017).

Algumas alternativas com recipientes a base de materiais biodegradáveis têm sido avaliadas na produção de mudas (IATURO, 2004; FERRAZ et al., 2010; DIAS, 2011; CONTI et al., 2012; FERRAZ et al., 2015; GUERRA et al., 2017), sendo que tubetes biodegradáveis podem ser constituídos por fibra de celulose, fibra de coco, bagaço de cana (FERRAZ et al., 2015).

A escolha do recipiente para a produção de mudas está atrelada ao tipo e qualidade do substrato (GASPARIN et al., 2014). Nesse sentido uma tecnologia recente é a utilização do Agropote[®], sistema conjugado substrato/recipiente.

2.3.1 Produção de mudas em Agropote[®]

O Agropote[®] (Agrofior[®]) é um sistema conjugado substrato/recipiente, produzido com fibras de polipropileno. Seu processo de preenchimento com substrato é feito mecanicamente e acondicionado em caixas de madeira (Figura 3), o que facilita a operação. Este sistema possui a vantagem de não precisar retirar o recipiente (embalagem) para o plantio da muda a campo, uma vez que se incorpora ao ambiente pela ação do solo e do sistema radicular.

Outra vantagem do sistema Agropote[®] é que pode ser produzido com base nas exigências nutricionais de cada espécie, tornando mais viável o processo de produção de mudas.

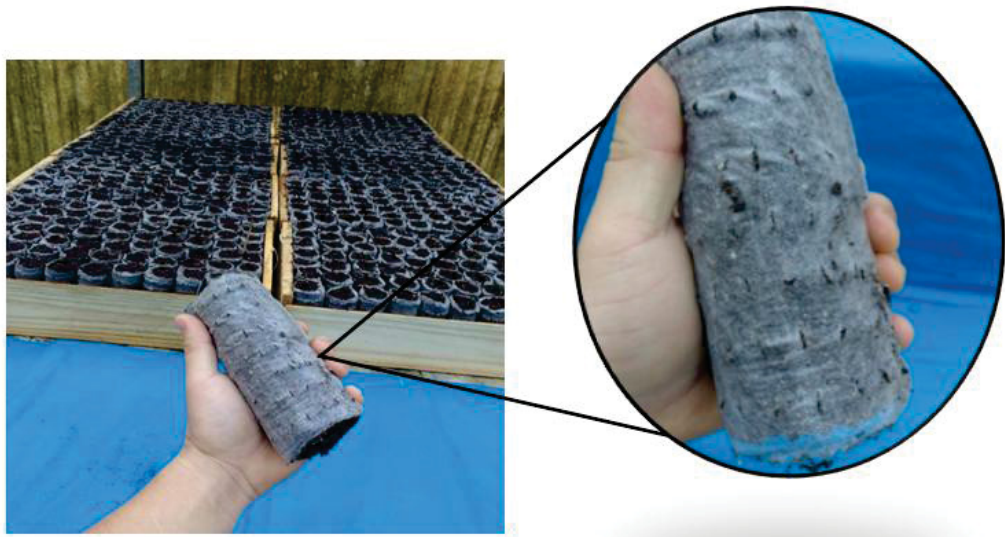


FIGURA 3 - SISTEMA AGROPOTE® PARA PRODUÇÃO DE MUDAS
 FONTE: O autor (2018).

O Agropote® já vem sendo utilizado para diversas espécies: *café (Coffea arabica)*, *maracujá (Passiflora edulis)*, *mamão (Carica papaya)*, *banana (Musa sp)*, entre outras (Figura 4).

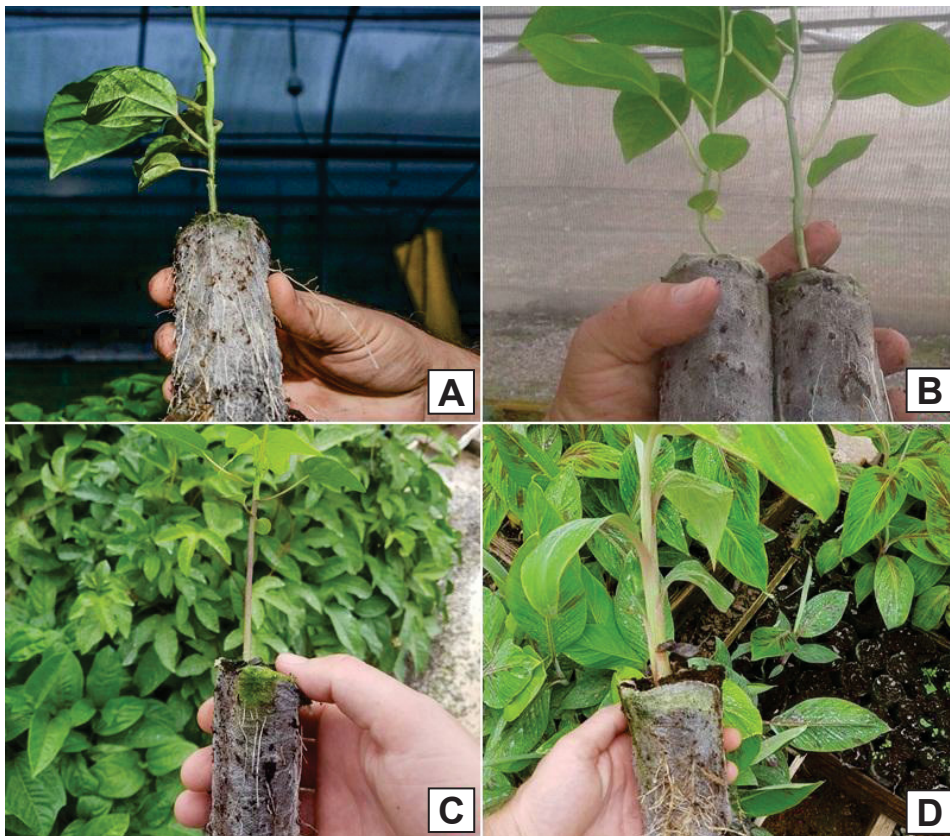


FIGURA 4 - PRODUÇÃO DE MUDAS EM SISTEMA AGROPOTE®: CAFÉ (A); MARACUJÁ (B);
 MAMÃO (C); BANANA (D).
 FONTE: Agrofior® (2018).

A utilização do Agropote[®] para essas culturas tem se mostrado viável, principalmente porque não requer mão de obra para enchimento dos recipientes. Além disso, o manejo em viveiro é facilitado, bem como o plantio a campo, resultando em menor custo inicial de produção.

Embora seja uma boa opção para a produção de mudas em larga escala, ainda existem poucos trabalhos sobre o Agropote[®] relacionando o desenvolvimento de plantas com a arquitetura do sistema radicular a campo. Segundo Shepherd (1986), as malformações de raízes causadas por recipientes inadequados na fase de muda, podem provocar problemas em longo prazo, trazendo consequências para o desenvolvimento da planta.

Em trabalhos realizado por Martiello (2016), avaliando mudas de café (*Coffea sp.*) produzidas em Agropote[®] e transplantadas a campo, verificou-se que aos 4,5 anos de idade as plantas apresentaram sistema radicular bem desenvolvido (Figura 5).



FIGURA 5 - ASPECTO DO SISTEMA RADICULAR DE MUDAS DE CAFÉ PRODUZIDAS EM RECIPIENTES DE TNT (AGROPOTE[®]): NO VIVEIRO (A); RECEM PLANTADA NO CAMPO (B); AVALIAÇÃO AOS 4,5 ANOS NO CAMPO (C).
FONTE: Martiello, (2016).

Apesar da grande quantidade de pesquisas voltadas para produção de mudas focando os tipos de recipientes e de substratos e as respostas a campo (SANTOS et al., 2001), são poucos os trabalhos com *A. angustifolia*, principalmente avaliando embalagens degradáveis e substratos apropriados para o desenvolvimento inicial da espécie.

3 CAPITULO I. AVALIAÇÃO DE SUBSTRATOS EM AGROPOTE® NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

RESUMO

Por apresentar madeira de excelente qualidade e possibilidade rentável na produção de pinhões, a araucária é uma boa opção para projetos de implantação florestal. No entanto, devido questões legais de proteção e seu lento desenvolvimento inicial, projetos de plantios significativos têm sido raros. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de *A. angustifolia* no sistema Agropote®, com quatro formulações de substratos: Substrato F73 (casca de pinus compostada e bioestabilizada + fibra de coco + fertilizante de liberação lenta (5 a 6 meses – Osmocote®) + Yoorin® Master + super fosfato simples); Substrato F55 (casca de pinus compostada e bioestabilizada + fibra de coco em maior proporção + fertilizante de liberação lenta (5 a 6 meses - Osmocote®) + Yoorin® Master + super fosfato simples); Substrato T55 (casca de pinus compostada e bioestabilizada + turfa nacional + fertilizante de liberação lenta (5 a 6 meses - Osmocote®) + Yoorin® Master + super fosfato simples); Substrato CC55 (casca de pinus compostada e bioestabilizada + turfa de Sphagnum + palha de arroz + vermiculita + fertilizante de liberação lenta (5 a 6 meses - Osmocote®) + Yoorin® Master + super fosfato simples). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com cinco repetições e 40 plantas por parcela. Avaliou-se a altura das plantas periodicamente, e aos 189 dias também o diâmetro de colo, massa seca de raiz, massa seca de parte aérea, massa seca total, relação altura/diâmetro de colo e Índice de Qualidade de Dickson (IQD). A formulação do substrato influenciou o crescimento das plantas, no entanto não diferiu na qualidade das plantas. Concluiu-se que o sistema Agropote® se mostrou adequado para a produção de mudas de *A. angustifolia* independente do substrato utilizado; sendo recomendado o F73 por apresentar melhor custo/benefício.

Palavras- chave: Pinheiro do Paraná, recipiente, TNT, qualidade de mudas.

EVALUATION OF SUBSTRATES IN AGROPOTE[®] SYSTEM ON THE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze SEEDLING PRODUCTION

ABSTRACT

Due to the fact that araucaria presents excellent quality wood and a profitable possibility in the production of pine nuts, this species is a good option for forestry implantation projects. However, due to legal protection issues and their slow initial development, significant planting projects have been rare. The objective of the present work was to evaluate the initial development of *A. angustifolia* seedlings in the Agropote[®] system, with four substrate formulations: Substrate F73 (composite and biostabilized pinus bark + coconut fiber + slow release fertilizer (5 to 6 months - Osmocote[®]) + Yoorin[®] Master + single super phosphate); Substrate F55 (composite and biostabilized pinus bark + coconut fiber in highest proportion + slow release fertilizer (5 to 6 months - Osmocote[®]) + Yoorin[®] Master + super simple phosphate); Substrate T55 (composite and biostabilized pine bark + national peat + slow release fertilizer (5 to 6 months - Osmocote[®]) + Yoorin[®] Master + super simple phosphate); Substrate CC55 (composite and biostabilized pine bark + Sphagnum peat + rice straw + vermiculite + slow release fertilizer (5 to 6 months - Osmocote[®]) + Yoorin[®] Master + super simple phosphate). The experimental design was completely randomized, in a scheme of plots subdivided in time, with five replications and 40 plants per plot. The plant height was evaluated periodically, and at 189 days, root diameter, root dry mass, shoot dry mass, total dry mass, height/diameter ratio and Dickson Quality Index (DQI) were also evaluated. Substrate formulation influenced plant growth, but did not differ in plant quality. It was concluded that the Agropote[®] system was suitable for the production of *A. angustifolia* seedlings independent of the substrate used; being recommended the F73 for presenting better cost/benefit.

Key words: Paraná pine, container, TNT, quality of seedlings.

3.1 INTRODUÇÃO

Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze, popularmente conhecida como pinheiro-do-Paraná ou pinheiro-brasileiro é uma das espécies nativas de maior importância econômica, ecológica, social e cultural do sul do Brasil (ZANETTE et al., 2017). Característica da Floresta Ombrófila Mista, a *A. angustifolia* ocorre no Brasil e também em algumas regiões da Argentina (HUECK, 1953). No Brasil, sua área de distribuição natural é mais abrangente nos estados da Região Sul, onde originalmente cobria grandes extensões de terras. A exploração irracional da espécie, principalmente para retirada da madeira, comprometeu grande parte da Floresta com Araucária. Os remanescentes, em sua maioria, estão comprometidos devido à perda de material genético. Isso levou a araucária a compor a lista oficial de espécies brasileiras ameaçadas de extinção (IUCN, 2013; ZANETTE et al., 2017,).

Por apresentar madeira de excelente qualidade e possibilidade rentável na produção de pinhões, a araucária é uma boa opção para projetos de implantação florestal (DANNER, 2012; ZANETTE et al., 2017), sendo fundamental para o mercado nacional e internacional.

Devido a urgente necessidade de novos plantios de araucárias para recompor parte do que foi explorado, evitando, portanto, o risco de extinção da espécie, uma questão importante a ser considerada é a sua propagação. Conforme Schorn et al. (2003), dentre as atividades da silvicultura, a produção de mudas florestais é uma das mais importantes, representando o início da cadeia produtiva.

O bom desempenho da muda nas condições de viveiro possibilita seu melhor desenvolvimento no campo (ROSSA et al., 2011). Nesse contexto, a escolha de um bom substrato exerce importante papel na qualidade final das mudas. Por outro lado, o uso de substratos pobres em nutrientes ou desequilibrados nutricionalmente e fisicamente ocasionam baixa qualidade das mudas (CECONI, 2007; ROSSA, 2011).

Além da qualidade dos substratos, outro fator importante é a escolha do recipiente para produção das mudas. Mudanças de araucária são geralmente produzidas em tubetes ou sacos plásticos, sendo que, a opção pelos tubetes exige maior investimento inicial e a opção pelo saco plástico, maior quantidade de mão de obra. O uso de embalagens convencionais com substratos mal agregados ocasiona

a quebra do torrão em volta da muda no momento do plantio, podendo resultar em perdas ou atrasos no desenvolvimento da planta (WENDLING; DELGADO, 2008).

Diante do exposto, uma das alternativas tecnológicas para aprimorar a qualidade da produção de mudas em larga escala é o uso do Agropote[®]- (Agrofior[®]) (AGROFIOR PRODUÇÃO DE MUDAS LTDA ME, 2010), tecnologia ainda pouco difundida entre os viveiristas. Trata-se de um sistema de produção de fácil manuseio, com embalagens cilíndricas de TNT, sem fundo, preenchidas mecanicamente com substratos variados, adequados às necessidades de diversas culturas. Na sua composição contém casca de arroz e de pínus carbonizada e bioestabilizada, fibra de coco, turfa, além de fertilizante de liberação lenta, visando proporcionar uma nutrição constante ao longo do desenvolvimento das mudas. Este tipo de recipiente não precisa ser removido no momento do plantio, facilitando esta operação.

Segundo o fabricante, a formulação do substrato constitui a principal etapa no processo de fabricação do Agropote[®], sendo utilizadas diversas matérias primas disponível no mercado. Apesar da eficiência produtiva desta tecnologia refletir na produção de mudas de maneira geral, não existe até o momento estudos avaliando a eficácia de cada formulação dos substratos na qualidade de mudas de araucária.

Uma vez que a produção de mudas florestais de interesse comercial geralmente é feita em larga escala, torna-se necessário escolher um substrato que melhor responda às necessidades da planta, possibilitando assim melhores resultados de crescimento e qualidade. Considerando tais fatores, aliados à necessidade de reflorestamento com *A. angustifolia*, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros de qualidade de mudas produzidas em sistema Agropote[®] com diferentes substratos.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Instalação do experimento

O experimento foi instalado em 09/08/2016 e conduzido a céu aberto em viveiro de mudas localizado no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, situado a 25°25'40" S e 49°16'23" O, a uma altitude de 934 m, na cidade de Curitiba/PR. O clima da

região, segundo classificação de Köppen, é Cfb temperado úmido com verão ameno, inverno frio e seco, chuvas uniformemente distribuídas durante o ano e ocorrência frequente de geadas severas. As condições ambientais durante o período de ocorrência do experimento são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 - DADOS METEOROLÓGICOS DA REGIÃO DE ABRANGÊNCIA DO EXPERIMENTO (2016/2017).

Variáveis	Mês/Ano						
	Ago/ 2016	Set/ 2016	Out/ 2016	Nov/ 2016	Dez/ 2016	Jan/ 2017	Fev/ 2017
Precipitação (mm)	172,3	95,0	172,1	102,7	76	191,2	86,7
UR (%)	79,5	75,7	82,9	79,8	77,2	80,5	76,8
Temp. máximas (°C)	21,3	22,4	22,7	24,5	26,4	28,0	29,2
Temp. mínimas (°C)	10,6	11,4	13,8	15,0	17,5	18,7	18,8
TMC (°C)	14,8	15,5	17,1	18,6	21,2	22,0	22,8
Insolação (h)	177,9	205,1	114,6	160,8	127,4	144,8	190,3

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2017. UR (umidade relativa do ar); TMC (temperatura média compensada).

Foram testadas quatro formulações de substratos comerciais (F73, F55, T55, CC55) em recipientes de TNT com dimensões de 6,7 x 15,0 cm e volume de 529 cm³. O conjunto (substrato + recipiente) é denominado comercialmente como “Agropote”, produzidos pela Agrofior[®].

Na Tabela 2 é apresentada a descrição de cada substrato (tratamento) e na Tabela 3, sua composição química.

TABELA 2 – DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS

Tratamentos	Composição
F73	Casca de pinus compostada e bioestabilizada; fibra de coco; Osmocote [®] (5 a 6 meses); Yoorin [®] Master e superfosfato simples.
F55	Casca de pinus compostada e bioestabilizada; fibra de coco em maior proporção; Osmocote [®] (5 a 6 meses); Yoorin [®] Master; super fosfato simples.
T55	Casca de pinus compostada e bioestabilizada; turfa nacional; Osmocote [®] (5 a 6 meses); Yoorin [®] Master; superfosfato simples.
CC55	Casca de pinus compostada e bioestabilizada; turfa de Sphagnum; palha de arroz; vermiculita; Osmocote [®] (5 a 6 meses); Yoorin [®] Master; super fosfato simples.

As análises químicas e de densidade dos substratos foram realizadas no Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná.

TABELA 3 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DENSIDADE DOS SUBSTRATOS.

Trat.	pH		Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	SB	T	P	C	V	D
	CaCl ₂	SMP			cmol _e /dm ³					mg/dm ³	g/dm ³	%	Kg/m ³
F73	5,4	6,1	0,0	4,6	9,7	4,6	1,4	15,7	20,3	205	166,9	77,3	288,3
F55	4,9	6,1	0,2	4,6	6,5	4,2	2,0	12,7	17,3	217	141,3	73,5	188,3
T55	4,8	5,0	0,1	12,1	15,2	4,7	0,7	20,6	32,7	135,3	252,4	63,0	324,0
CC55	5,2	6,1	0,2	4,6	9,3	4,8	0,9	15,0	19,6	275	136,4	76,5	341,1

Trat.: tratamento (substrato); D: densidade do substrato seco; SB: soma de bases; T: capacidade de troca de cátions; V: percentagem de saturação por bases.

Sementes selecionadas a partir de matrizes da região foram mantidas em água por 24 horas. Em seguida foi realizado o plantio utilizando uma semente por recipiente. A semeadura se deu pelo recobrimento de 2/3 da semente com substrato, mantendo a ponta virada pra baixo e levemente inclinada (Figura 1). O controle de plantas invasoras foi realizado manualmente e a irrigação ocorreu sempre que houve necessidade, em períodos críticos sem chuvas.

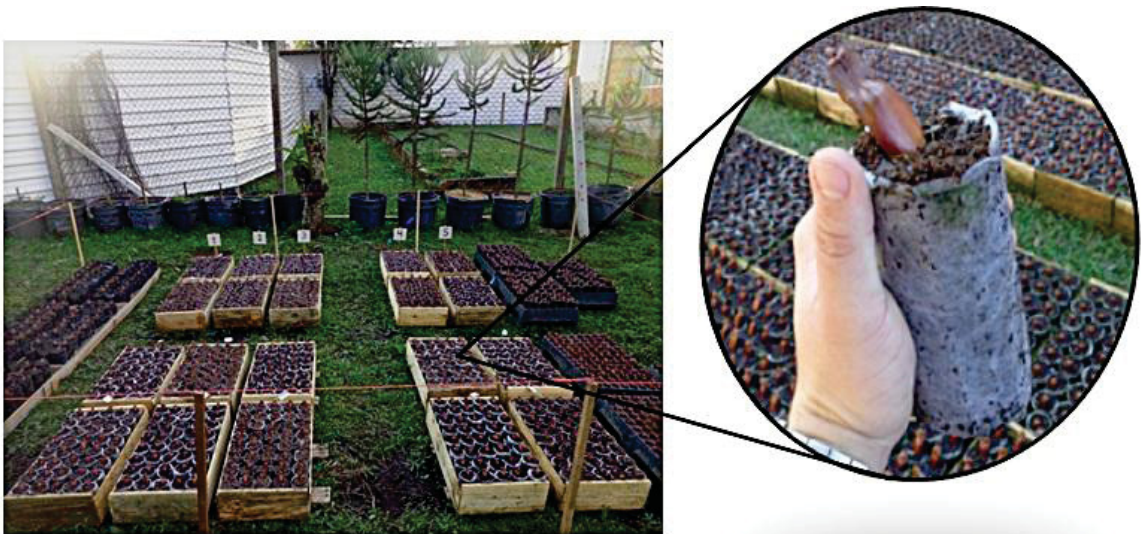


FIGURA 1 – IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO.
FONTE: O autor (2018).

3.2.2 Avaliações

A partir da germinação as mudas foram avaliadas a cada 21 dias, totalizando sete avaliações para a altura das mudas. Aos 189 dias foram avaliados também diâmetro do colo, massa seca das raízes e massa seca de parte aérea. A massa seca (raízes e parte aérea) foi obtida em estufa a 65 °C até atingir peso constante.

Posteriormente foi calculada a massa seca total, a relação altura e diâmetro e o Índice de Qualidade de Dickson.

A qualidade das mudas foi avaliada utilizando o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960), conforme a seguinte equação:

$$IQD = \frac{MST \text{ (g)}}{\frac{ALT \text{ (cm)}}{DIAM \text{ (mm)}} + \frac{MSPA \text{ (g)}}{MSR \text{ (g)}}$$

Onde: IQD – Índice de Qualidade de Dickson

MST – Massa seca total

ALT – Altura

DIAM – Diâmetro

MSPA – Massa seca da parte aérea

MSR – Massa seca de raízes

3.2.3 Análise estatística

O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com cinco repetições e 40 plantas por parcela.

Os dados foram submetidos ao teste Bartlett para verificação da homogeneidade de variâncias e, quando homogêneas, foi realizada análise de variância (ANOVA) e aplicado o Teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação de médias. Utilizou-se o programa estatístico ASSISTAT[®] (SILVA e AZEVEDO, 2016).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Agropote[®] possibilitou um adequado desenvolvimento das mudas de *A. angustifolia*, com uma boa conformação de raízes e equilíbrio entre a parte aérea e sistema radicular (Figura 2).

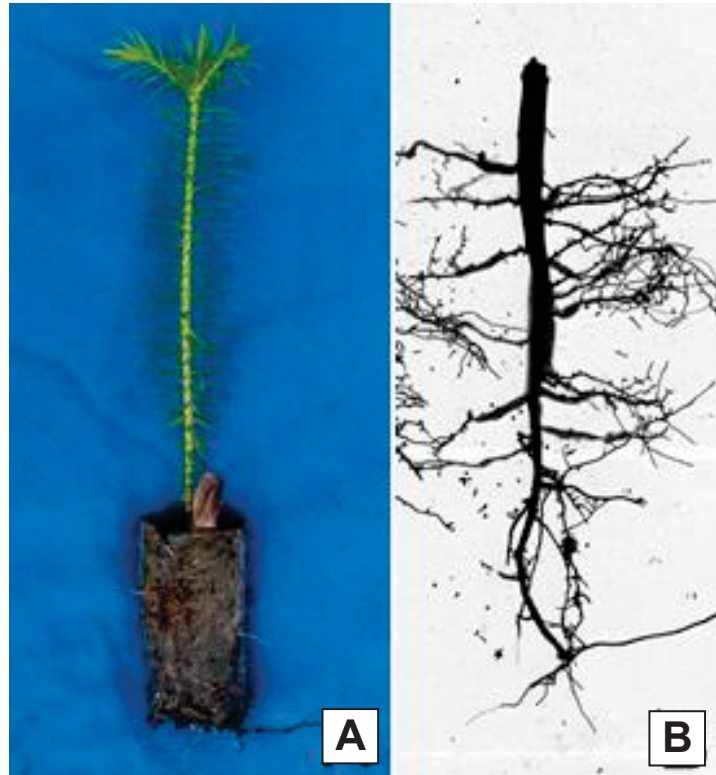


FIGURA 2 - ASPECTO DO SISTEMA RADICULAR DE MUDAS DE *A. angustifolia* AOS 189 DIAS, PRODUZIDAS AGROPOTE®: Porte da muda (A); Conformação do sistema radicular (B). FONTE: O autor (2018).

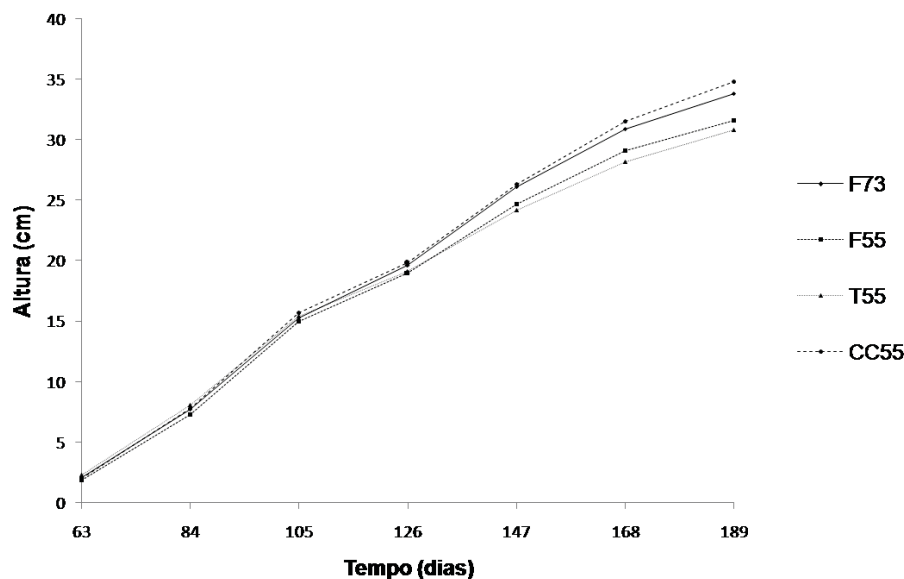
A influência do recipiente na produção de mudas é de suma importância, uma vez que pode causar o enovelamento das raízes na fase de viveiro e se perpetuar na fase de campo, interferindo no desenvolvimento da planta (SCHIMIDT-VOGT, 1984). O enovelamento das raízes é decorrente do uso de recipientes de paredes lisas, como por exemplo, os sacos de polietileno (PARVIAINEN, 1981). Diante desse aspecto, o Agropote® se mostrou eficaz, uma vez que permitiu a passagem das raízes através da parede lateral e o direcionamento vertical da raiz principal. Apesar de não apresentar estrias, o Agropote® apresenta perfurações no TNT que contribuem para o crescimento lateral do sistema radicular. Além disso, houve a preservação do torrão, o que facilitará a operação de plantio e a sobrevivência no campo. Em alguns casos foi verificado crescimento horizontal da raiz pivotante na base do recipiente, resultado da permanência da muda na caixa por período longo. Nestes casos é recomendado o corte da porção inclinada antes do plantio, sem prejuízo à planta.

Em relação aos substratos, nas avaliações periódicas da altura das mudas (Gráfico 1), só foi possível observar diferença a partir da quinta avaliação (após 147 dias). O substrato CC55 se destacou, porém só apresentou resultado superior ao

substrato T55, cuja composição química era inferior, principalmente em relação ao fósforo e potássio, contando ainda com acidez mais elevada (Tabela 3).

Diferente dos demais substratos o CC55 apresentou em sua composição turfa de sphagnum; palha de arroz e vermiculita (Tabela 2). A densidade deste substrato ($341,1 \text{ Kg/m}^3$) aparentemente contribuiu para capacidade de retenção de água, resultando na liberação dos nutrientes essenciais para o crescimento da planta. Comportamento semelhante foi observado no substrato F73, que possuía uma proporção equilibrada de casca de pinus e fibra de coco. O substrato T55, no entanto, que apresentou densidade muito próxima do CC55, contendo fibra de coco em maior proporção não resultou em resultado positivo, indicando que além da retenção da umidade, outros fatores devem ter contribuído para o baixo desempenho deste substrato.

FIGURA 3 - CURVA DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM SISTEMA AGROPOTE COM DIFERENTES SUBSTRATOS (CURITIBA/PR - 2017).



Nas avaliações seguintes, as mudas produzidas com o substrato CC55 continuaram se destacando, porém não diferiram estatisticamente daquelas produzidas com o substrato F73 na última avaliação. O tratamento CC55 foi o que apresentou os maiores teores de fósforo (P), no entanto ficou muito próximo dos resultados do substrato F55, cujo crescimento em altura foi inferior às proporcionadas pelos substratos CC55 e F73. Isto provavelmente ocorreu pelo fato de o F55 conter maior proporção de fibra de coco e, portanto, reter menor

quantidade de água. O P desempenha papel importante na produção de energia utilizada pela planta nos processos fisiológicos responsáveis pelo crescimento (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Wendling e Delgado (2008) verificaram crescimento de mudas de araucária produzida em tubetes, aos 90 dias, variando entre 5 e 8 cm. Comparando com os resultados deste trabalho que utilizou Agropote[®] (6,7x15 cm), e avaliação aos 84 dias, o resultado de crescimento foi similar, com médias variando entre 7,3 e 8,1 cm, não havendo diferença entre substratos. Provavelmente durante este período a maior parte das necessidades da planta tenha sido suprida pelas reservas do pinhão. Outra hipótese é que o sistema radicular não estivesse bem desenvolvido até a data de avaliação, prejudicando a absorção dos nutrientes e, portanto, não respondendo aos tratamentos.

A altura é um dos principais parâmetros utilizado para indicar o momento de encaminhar a muda para plantio a campo. De acordo com Wendling e Delgado (2008), as mudas de *A. angustifolia* ficam prontas em torno de 4 a 8 meses, com altura entre 13 a 30 cm, variando conforme o tamanho do recipiente. Nesse sentido, verifica-se a viabilidade do uso de qualquer tipo de Agropote[®] avaliado, visto que aos 189 dias todas as mudas já tinham atingido mais que 30 cm (Gráfico 1). Estas alturas também estão muito próximas da encontrada por Rossa et al. (2011) em mudas de araucária produzidas com fertilizante de liberação lenta (6 e 9 kg de Basacote[®] por m³) aos 190 dias, com valores médios de 32,31 e 34,06 cm, respectivamente.

Os valores médios de altura encontrado no presente estudo também foi superior aos encontrado por Vieira et al. (2017) em trabalho com mudas de *A. angustifolia* onde avaliaram-se diferentes recipientes e substratos. O maior valor médio de altura encontrado pelos autores foi de 29,66 cm utilizando a combinação de sacos de polietileno (879 cm³) com solo + Tropstrato HT[®].

Diante esses resultados, verifica-se que mesmo o sistema Agropote[®] apresentando um menor volume (529 cm³) do que sacos de polietileno, o mesmo possibilitou maiores valores de altura. Esse comportamento se justifica possivelmente pela qualidade e condição nutricional dos substratos, os quais se apresentaram com altos índices de nutrientes.

Em relação às médias de diâmetro de colo, mudas produzidas com o substrato CC55 também se mostraram superiores quando comparadas aquelas

produzidas no substrato T55, porém se igualaram aos demais tratamentos (Tabela 5). Tais valores foram novamente próximos aos encontrados por Vieira et al. (2017) e Rossa et al. (2011), que obtiveram valores máximos de 4,92 e 5,27 mm, respectivamente.

TABELA 4 - PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® COM DIFERENTES SUBSTRATOS. CURITIBA/PR (2017).

Substrato	ALTURA	DC	A/DC	MSR	MSPA	MST	IQD
	cm	mm	cm	------(g)-----			
F73	33,8 a	5,0 a	6,8	1,0	4,4	5,4	0,5
F55	31,6 b	4,8 ab	6,6	0,9	3,7	4,6	0,4
T 55	30,8 b	4,7 b	6,5	0,8	3,5	4,3	0,4
CC55	34,8 a	5,0 a	7,0	0,9	4,3	5,2	0,5
VF	5,7 **	7,7 **	1,2 ^{ns}	1,5 ^{ns}	2,0 ^{ns}	2,0 ^{ns}	1,7 ^{ns}
CV (%)	5,4	2,37	6,11	5,69	16,88	16,12	14,91

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns} (não significativo); DC (diâmetro de colo); A/DC (relação entre altura e diâmetro de colo); MSR (massa seca de raiz); MSPA (massa seca de parte aérea); MST (massa seca total); IQD (Índice de Qualidade de Dickson), CV (Coeficiente de variação), VF (Valor de F).

Apesar dos tipos de substratos avaliados resultarem na diferença de crescimento em altura e diâmetro de colo, não foi observada diferença em relação aos demais parâmetros de crescimento e qualidade. Contudo, para a relação altura/diâmetro de colo, embora não tenha havido diferença estatística entre os tratamentos, todos os valores se mostraram adequados, uma vez que de acordo com Carneiro (1995), a relação altura/diâmetro de colo ideal deve situar entre 5,4 a 8,1 e, os encontrados no presente estudo ficaram entre 6,5 a 7,0.

Os valores de massa seca de parte aérea (MSPA) também foram próximos aos encontrados por Rossa et al. (2011), que obteve média máxima de 3,65 g quando utilizado 6 kg de Basacote® por m³ de substrato base. No presente estudo, no entanto, obtiveram-se médias superiores a essa, com valores de 3,7; 4,3 e 4,4 g com os substrato F55, CC55 e F73, respectivamente. Uma mesma tendência foi observada também para massa seca total (MST), onde o substrato F73 e CC55 proporcionaram valores médios superiores aos encontrados pelos autores.

Em estudos com mudas de *A. angustifolia*, Constantino (2017) relatou que existe uma correlação entre a quantidade de nutrientes fornecidos e o incremento de

MSR e MSPA. Nesse sentido, verifica-se que a nutrição dos substratos avaliados se mostrou adequada e eficiente, não havendo necessidade de complementação de adubação por parte do produtor e resultando em ganhos econômicos de mão de obra e insumos.

Quanto ao Índice de Qualidade de Dickson (IQD), não foi encontrado estudos indicando o valor ideal para mudas de *A. angustifolia*. Todavia, Hunt (1990), trabalhando com mudas de *Pseudotsuga menziesii* e *Picea abies*, cujas espécies também são coníferas, estabeleceu um valor mínimo de 0,2 como sendo um bom indicador para a qualidade das mudas. Portanto, ao comparar com o encontrado para *A. angustifolia* verifica-se que todos os tratamentos resultaram em índices superiores aos recomendados como mínimo, uma vez que o menor valor obtido foi de 0,4 para o substrato T55. Conforme Oliveira et al. (2008) os maiores valores do Índice de qualidade de Dickson indicam mudas de melhor qualidade.

Os valores de IQD encontrados nesse estudo ainda são superiores aos valores médios encontrados por Boene et al. (2013) que avaliou 22 substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana* e, aos 180 dias após a semeadura obteve valor máximo de 0,12 com substrato comercial à base de casca de pinus semi decomposta e vermiculita. Também foi superior aos valores médios relatados por Binotto (2007) que obteve IQD de 0,05 em mudas de *Eucalyptus grandis* aos 120 dias e 0,25 para mudas de *Pinus elliotti* aos 175 dias e, Oliveira Júnior (2009) com IQD médio de 0,11 em mudas de *Eucalyptus urophylla* avaliadas em substrato comercial aos 100 dias. Diferente desses valores, Munguambe (2012) obteve índices com valores variáveis de 0,72 a 1,17 para clones de Eucalipto aos 120 dias.

Como pode ser visto os índices de qualidade em mudas são bem variáveis. Como ainda não existe um índice específico para a araucária e o que foi encontrado neste trabalho está muito próximo do índice sugerido para *Pseudotsuga menziesii* e *Picea abies*, podemos aceitar que usando qualquer um dos substratos testados pode-se conseguir mudas de araucária com o mesmo padrão de qualidade. Portanto a escolha de um ou de outro substrato pode ser com base no seu custo/benefício, visto que apresentam variações de preço (Tabela 6).

TABELA 5 - PREÇO DA CAIXA DE AGROPOTE[®] COM 40 UNIDADES (15 X 6,7 cm).

Substrato	*Preço (R\$)
F73	13,20
F55	14,60
T55	13,00
CC55	15,30

* Cotação em Novembro/2017.

Conforme a tabela 6 verifica-se que a diferença entre os valores dos substratos apresentam uma variação de até 15%. Essa diferença pode ser explicada pelo custo da matéria prima utilizada na composição dos substratos. A utilização de turfa de Sphagnum e vermiculita no substrato CC55 elevou o seu valor de produção. Por outro lado, a utilização da turfa nacional proporcionou menor custo de produção ao substrato F55. Além dos componentes orgânicos, embora não seja divulgado pela empresa as proporções utilizadas, as adições de Osmocolte[®], Yoorin[®] Master e Super Fosfato Simples também foram variáveis conforme o substrato.

Verificou-se que os substratos F73 e CC55 se destacaram ao proporcionar maior crescimento das mudas, sendo o F73 13,7% mais econômico.

3.4 CONCLUSÃO

O sistema Agropote[®] se mostrou adequado para a produção de mudas de *A. angustifolia* independente do substrato utilizado, sendo recomendado o F73 por apresentar melhor custo/benefício.

REFERÊNCIAS

AGROFIOR PRODUÇÃO DE MUDAS LTDA ME (BR/PR). O proprietário, Agropote. n. 900846607, 09/04/2008. **Revista de Propriedade Industrial**, n. 2067, p. 621, 2010.

BINOTTO, A. F. **Relação entre variáveis de crescimento e o Índice de Qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill exMaid e *Pinus elliottii* var. *elliottii* - Engelm.** 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

BOENE, H. C. A. M.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, N. J.; KRATZ, D.; SOUZA, P. V. D. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, Curitiba, v.43, n.3, p. 407-420, 2013.

CECONI, D. E.; POLETTO, I.; LOVATO, T.; MUNIZ, M. F. B. Exigência nutricional de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) à adubação fosfatada. **Ciência Florestal**, Curitiba, v. 17, n.1, p. 25 – 32, 2007.

CONSTANTINO, V. **Nutrição de mudas e morfogênese da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. submetida à enxertia.** 134 f. Tese (Doutorado em Ciência)- Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

DANNER, M. A.; ZANETTE, F.; RIBEIRO, J. Z. O cultivo da araucária para produção de pinhões como ferramenta para a conservação. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 441-451, 2012.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e dosagens de N-P-K.** 164 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

HUECK, K. **Distribuição e habitat natural do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*)**. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo: Botânica. v. 10, 1953.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: Target seedling symposium, meeting of the western forest nursery associations, general technical report, USDA, 1990, Oregon. **Proceedings...** Oregon/ USDA, 1990. p.218-222.

MATIELLO, J. B. **Mudas de café em sacolas de TNT têm pegamento normal no campo**. 2016. Disponível em: <<https://www.cafepoint.com.br/radares-tecnicos/folha-procafe/mudas-de-cafe-em-sacolas-de-tnt-tem-pegamento-normal-no-campo-100219n.aspx>> Acesso em 08/02/2018.

MUNGUAMBE, F. j. **Qualidade morfológica de mudas clonais de eucalipto na fase de expedição em viveiros comerciais**. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Setor de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

OLIVEIRA, R. B.; LIMA, J. S. S.; SOUZA, C. A. M.; SILVA, S. A.; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.

PARVIAINEN, J. O. O desenvolvimento radicular das mudas florestais no viveiro e no local de plantio. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981, v. 2, p. 111-130, 1981a.

ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; REISSMANN, C. B.; GROSSI, F.; RAMOS, M. R. Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 491-500, 2011.

SHIMIDT-VOGT, H. Morpho-physiological quality of forest trees seedlings. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE

QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1984. p. 366-378

SCHORN, L.; FORMENTO, S. **Produção de mudas florestais**. Blumenau: FURB, 2003. 55 p.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

VIEIRA, L. M.; FRIZZO, C.; HACKBARTH, C.; GOMES, E. N.; ZANETTE, F.; CONSTANTINO, V. Uso de diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. In: I SEMANA DE APERFEIÇOAMENTO EM ENGENHARIA FLORESTAL DA UFPR, 2017, Curitiba. **Anais...** Curitiba (PR): UFPR – Engenharia Florestal, 2017.

WENDLING, I.; DELGADO, M. E. Produção de mudas de araucária em tubetes. **Comunicado técnico, 201**, Embrapa Florestas, Colombo, 2008.

ZANETTE, F.; DANNER, M. A.; CONSTANTINO, V.; WENDLING, I. Particularidades e biologia reprodutiva de *Araucaria angustifolia*. In: WENDLING, I.; ZANETTE, F. de (Ed.). **Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios**. Brasília: Embrapa, 2017, p. 15-39.

4 CAPÍTULO II. QUALIDADE DE MUDAS DE *Araucaria angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE[®] E TRANSPLANTADAS PARA VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS

RESUMO

A. angustifolia (Bertol.) Kuntze é uma espécie nativa de interesse econômico voltado principalmente para produção de madeira e pinhão. No entanto, diferentemente das espécies exóticas comerciais, são poucos os trabalhos que estudam tecnologias voltadas para otimização da produção e qualidade de mudas de espécies nativas. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o sistema Agropote[®] com mudas de araucária plantadas em vasos com diferentes substratos. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado com quatro composições de substrato: A (substrato F73 + terra preta+ NPK); B (substrato T55 + terra preta+ NPK); C (terra preta + NPK) e D (terra preta). O substrato influenciou o crescimento e qualidade das mudas, mas não a produção de raízes. Conclui-se que o sistema Agropote[®] permite adequado desenvolvimento caulinar e radicular de mudas de *A. angustifolia*, em diferentes substratos, sem necessitar a retirada do recipiente.

Palavras- chave: Pinheiro do Paraná, sistema radicular, formação de mudas, TNT.

QUALITY OF *Araucaria angustifolia* SEEDLINGS PRODUCED IN AGROPOTE[®] AND TRANSPLANTED FOR CONTAINERS WITH DIFFERENT SUBSTRATES

ABSTRACT

A. angustifolia (Bertol.) Kuntze is a native species of economic interest mainly focused on wood and pine nut production. However, unlike the commercial exotic species, few studies are focused in technologies aimed at optimizing the production and quality of seedlings of native species. In this matter, the objective of the present work was to evaluate the Agropote[®] system with *Araucaria* seedlings planted in containers with different substrates. The experiment was conducted in a completely randomized design with four substrate compositions: A (substrate F73 + black soil + NPK); B (substrate T55 + black soil + NPK); C (black soil + NPK) and D (black soil). The substrate influenced seedling growth and quality, but not root production. It is concluded that the Agropote[®] system allows adequate stem and root development of *A. angustifolia* seedlings on different substrates, without the need to remove the container.

Keywords: Pine of Parana, root system, formation of seedlings, TNT.

4.1 INTRODUÇÃO

Atualmente existe um grande desinteresse pelo plantio de *A. angustifolia* em larga escala. Essa realidade é resultado de uma política ambiental equivocada que prioriza a conservação da espécie exclusivamente pela proibição de corte. Políticas públicas incentivando novos plantios são raras ou não saem do papel. Enquanto isso, a legislação não tem sido suficiente para evitar o desmatamento (ZANETTE et al., 2017).

Se por um lado a proibição do corte da araucária visa salvar a espécie, por outro tem prejudicado. A proibição do uso da madeira acarretou a desvalorização econômica da espécie, havendo como consequência desinteresse pelo cultivo comercial, evidenciado pela escassez de novos plantios em larga escala.

A araucária é uma espécie heliófila, portanto, precisa de luz para se desenvolver. Em uma floresta fechada sem manejo, como são as áreas de conservação, só haverá condição adequada de luz quando as árvores mais velhas morrerem, retardando sua regeneração.

Diante desse cenário, a forma mais eficiente de garantir a preservação da *A. angustifolia* é a exploração econômica de seus produtos não madeiráveis, como o pinhão. Pelo fato da espécie ser longeva, sua permanência em pé seria garantida por muitos anos, com retorno econômico e a garantia da preservação da espécie (ZANETTE, 2010).

Embora tenha sido um dos mais importantes produtos madeireiro no século passado, sabe-se que hoje o pinhão pode gerar mais renda do que a madeira da araucária, possibilitando, sobretudo, sua exportação com valor agregado. Para tanto, é preciso maior conhecimento sobre o correto manejo da araucária para produção de pinhões, o que demandaria esforços conjuntos entre produtores, órgãos governamentais e pesquisadores (DANNER et al., 2011).

Para qualquer espécie florestal de interesse econômico, a produção de mudas é uma questão estratégica da cadeia produtiva, pois a qualidade das mudas em viveiro tem relação direta com o desenvolvimento da planta no campo (ROSSA, 2011). No caso da araucária, estudos têm demonstrado crescimento lento na sua região de ocorrência, até o terceiro ano de idade (AQUINO, 2005), no entanto, variando conforme o tipo de solo (OLIVEIRA et al., 2008). Ainda que a espécie

ocorra em diferentes ambientes, a mesma tem se mostrado exigente quanto à fertilidade (SILVA et al., 2001).

Diferente do que ocorre para as espécies exóticas comerciais, são poucos os trabalhos que envolvam tecnologias voltadas para otimização da produção e qualidade das mudas de araucária, principalmente em relação a recipientes e substratos. Segundo Ceconi (2007) e Rossa et al. (2011), o tipo e qualidade dos recipientes e substratos, respectivamente, são significativos em relação à qualidade das mudas, sendo que o uso de substratos pobres em nutrientes, bem como recipientes inadequados, ocasionam baixa qualidade das mudas.

Na composição do substrato para produção de mudas, a fonte orgânica além de fornecer parte dos nutrientes, também é importante pela retenção de umidade (CUNHA et al., 2006).

O sistema Agropote[®] é uma tecnologia recente que vem sendo utilizada para produção de mudas de café e outras espécies frutíferas e florestais. Nesse sistema (recipiente + substrato) o recipiente é constituído por um material de TNT, sem fundo, que não precisa ser retirado no momento do plantio, melhorando a eficiência desta operação. A constituição do substrato pode ser variada (casca de pinus bioestabilizada, casca de arroz, fibra de coco, sphagnum, etc.), além disso, é acrescentado fertilizante de liberação lenta, dando condições para produção de mudas com um bom padrão de qualidade (AGROFIOR PRODUÇÃO DE MUDAS LTDA ME, 2010).

Embora o Agropote[®] venha sendo utilizado comercialmente para diversas espécies, até o momento não foram encontrados estudos avaliando este sistema para produção de mudas de *A. angustifolia*. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas da espécie formadas em Agropote[®] e conduzidas em vasos com diferentes substratos.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Instalação do experimento

O experimento foi instalado em 20/04/2017 e conduzido a céu aberto em viveiro (coordenadas 25°24'58" S e 49°13'42" O) em altitude de 934 m.

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é Cfb temperado úmido

com verão ameno, inverno frio e seco, chuvas uniformemente distribuídas durante o ano e ocorrência frequente de geadas severas (Tabela 1).

TABELA 1 - DADOS METEOROLÓGICOS DA REGIÃO DE ABRANGÊNCIA DO EXPERIMENTO (2017).

Variáveis	Meses							
	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Precipitação (mm)	69,0	88,1	181,3	7,8	92,9	36,2	212,2	129,4
UR (%)	83,5	86,0	81,7	78,0	80,7	72,1	80,8	76,4
Temp. máximas (°C)	23,2	21,7	20,5	20,9	21,5	26,8	24,0	24,5
Temp. mínimas (°C)	14,6	13,9	10,9	9,0	11,6	14,3	14,6	14,6
TMC (°C)	17,7	16,8	14,7	13,9	15,3	19,1	18,2	18,6
Insolação (h)	117,8	119,6	158,2	208,9	152	215,8	120,8	194,5

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2017. UR (umidade relativa do ar); TMC (temperatura média compensada).

Mudas de araucária produzidas no sistema Agropote® (recipiente de TNT com dimensões 6,7 x 15,0 cm e volume de 529 cm³) foram transplantadas para os vasos plásticos de 21 litros. As plantas tinham aproximadamente 8 meses de idade e mediam 36,4 ± 4 cm de altura e 4,5 ± 0,5 mm de diâmetro de colo, no momento do plantio. Os vasos foram preenchidos com quatro composições de substratos, constituindo os seguintes tratamentos:

- A - Substrato comercial F73 (50%) +terra preta (50%) + 140 g de NPK (4-14-8);
- B - Substrato comercial T55 (50%) +terra preta (50%)+ 140 g de NPK (4-14-8);
- C - Terra preta+140 g de NPK (4-14-8);
- D - Terra preta.

Nos tratamentos substrato comercial + terra preta, o substrato comercial sempre foi utilizado por cima da terra preta. Os componentes de cada substrato e sua composição química são apresentados na Tabela 2 e 3.

TABELA 2 - COMPONENTES DOS SUBSTRATOS.

*Tratamento (substrato)	Componentes
F73	Casca de pinus compostada e bioestabilizada; fibra de coco; Osmocote® (5 a 6 meses); Yoorin® Master; super fosfato simples.
T55	Casca de pinus compostada e bioestabilizada; turfa nacional; Osmocote® (5 a 6 meses); Yoorin® Master; super fosfato simples.
Terra	Terra preta.

As análises químicas e de densidade dos substratos foram realizadas no departamento de solos da Universidade Federal do Paraná.

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DENSIDADE DOS SUBSTRATOS.

Trat.	-----pH-----		Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	SB	T	P	C	V	D
	CaCl ₂	SMP	----- cmol _c /dm ³ -----							mg/dm ³	g/dm ³	%	Kg/m ³
F73	5,4	6,1	0,0	4,6	9,7	4,6	1,4	15,7	20,3	205	166,9	77,3	288,3
T55	4,8	5,0	0,1	12,1	15,2	4,7	0,7	20,6	32,7	135,3	252,4	63,0	324,0
Terra	4,4	5,0	1,8	10,5	3,0	2,2	0,1	5,3	15,8	6,8	22,5	34	916,7

Trat.: tratamento (substrato); D: densidade do substrato seco; SB: soma de bases; T: capacidade de troca de cátions; V: percentagem de saturação por bases; M: percentagem de saturação por alumínio.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições de 10 plantas por unidade amostral e, o fornecimento de NPK foi misturado de forma homogênea em cada vaso e teve como referência o trabalho de Constantino 2017 (Figura 1).



FIGURA 1 - IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO A PARTIR DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE[®]: ENCHIMENTO DOS VASOS (A); MISTURA DO FERTILIZANTE AO SUBSTRATO (B); DISTRIBUIÇÃO DAS MUDAS POR TRATAMENTO (C); PLANTIO (D) E (E); EXPERIMENTO INSTALADO (F).

FONTE: O autor (2018).

O controle de plantas invasoras foi realizado manualmente e a irrigação ocorreu sempre que houve necessidade, em períodos críticos sem chuvas.

4.2.2 Avaliações

No final do experimento, 273 dias após a implantação, avaliou-se: altura e diâmetro de colo das plantas, número de verticilos, comprimento do maior ramo (região da base da copa) e do maior entre nó, massa seca de raiz e massa seca de parte aérea. Foi calculado a relação altura e diâmetro de colo, massa seca total, relação entre massa seca de parte aérea e massa seca de raiz, e Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

Para avaliação da massa seca de raízes e da parte aérea foram selecionadas aleatoriamente duas mudas de cada repetição, totalizando 10 plantas por tratamento. Posteriormente foram colocadas para secar em estufa a 65 °C até peso constante.

A qualidade das mudas foi avaliada por meio do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960), conforme a seguinte equação:

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

Onde: IQD - Índice de Qualidade de Dickson

MST - Massa seca total

ALT - Altura

DIAM - Diâmetro

MSPA - Massa seca da parte aérea

MSR - Massa seca de raízes

4.2.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste Bartlett para verificação da homogeneidade de variâncias e, quando homogêneas, foi realizada análise de variância (ANOVA) e aplicado o Teste de Tukey(p<0,05) para comparação de médias. Utilizou-se o programa estatístico ASSISTAT® (SILVA e AZEVEDO, 2016).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada diferença significativa entre tratamentos para maioria das variáveis avaliadas, com exceção da relação altura/diâmetro de colo e da matéria seca de raízes (Tabelas 4).

TABELA 4 - PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM AGROPOTE® E CONDUZIDAS EM VASOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO. CURITIBA/PR (2017).

Substrato	ALT	DC	A/DC	NV	MR	ME
	(cm)	------(mm)-----			------(cm)-----	
A	52,0 ab	7,8 b	6,6	2,5 b	26,3 ab	10,2 ab
B	51,5 ab	8,1 ab	6,4	2,9 a	28,3 a	10,9 ab
C	54,1 a	8,9 a	6,1	2,7 ab	30,4 a	11,8 a
D	45,7 b	7,2 b	6,3	2,4 b	23,5 b	9,6 b
Valores de F	5,1 *	7,8 **	2,8 ^{ns}	7,1 **	6,9 **	4,1 *
CV (%)	6,9	7,0	4,9	6,5	9,2	10,1
Substrato	MSR	MSPA	MST	MSPA/MSR	MSR/ MSPA	IQD
	------(g)-----					
A	9,6	33,7 ab	43,3 ab	3,5 a	0,3 b	4,3 ab
B	9,4	32,3 ab	41,8 ab	3,5 a	0,3 b	4,3 ab
C	13,4	41,4 a	54,8 a	3,1 ab	0,3 b	6,0 a
D	8,5	20,3 b	28,8 b	2,4 b	0,4 a	3,3 b
Valores de F	2,5 ^{ns}	4,9 *	4,2 *	6,6 **	9,8 **	3,4 *
CV (%)	30,4	27,6	27,5	14,6	13,1	30,2

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns} (não significativo); A (substrato F73 + terra preta + NPK); B (substrato T55 + terra preta + NPK); C (terra preta + NPK); D (terra preta); ALT (altura das mudas); DC (diâmetro de colo); A/DC (relação entre altura e diâmetro de colo); NV (número de verticilos); MR (maior ramo); ME (maior entre nó); MSR (massa seca de raízes); MSPA (massa seca da parte aérea); MST (massa seca total); MSPA/MSR (relação massa seca da parte aérea e massa de raízes); MSR/MSPA (relação massa seca de raízes e massa seca da parte aérea); IQD (Índice de Qualidade de Dickson).

Conforme a Tabela 4 e Figura 2, as mudas de araucária apresentaram crescimento radicular semelhante e independente das condições nutricionais e densidade dos substratos avaliados.

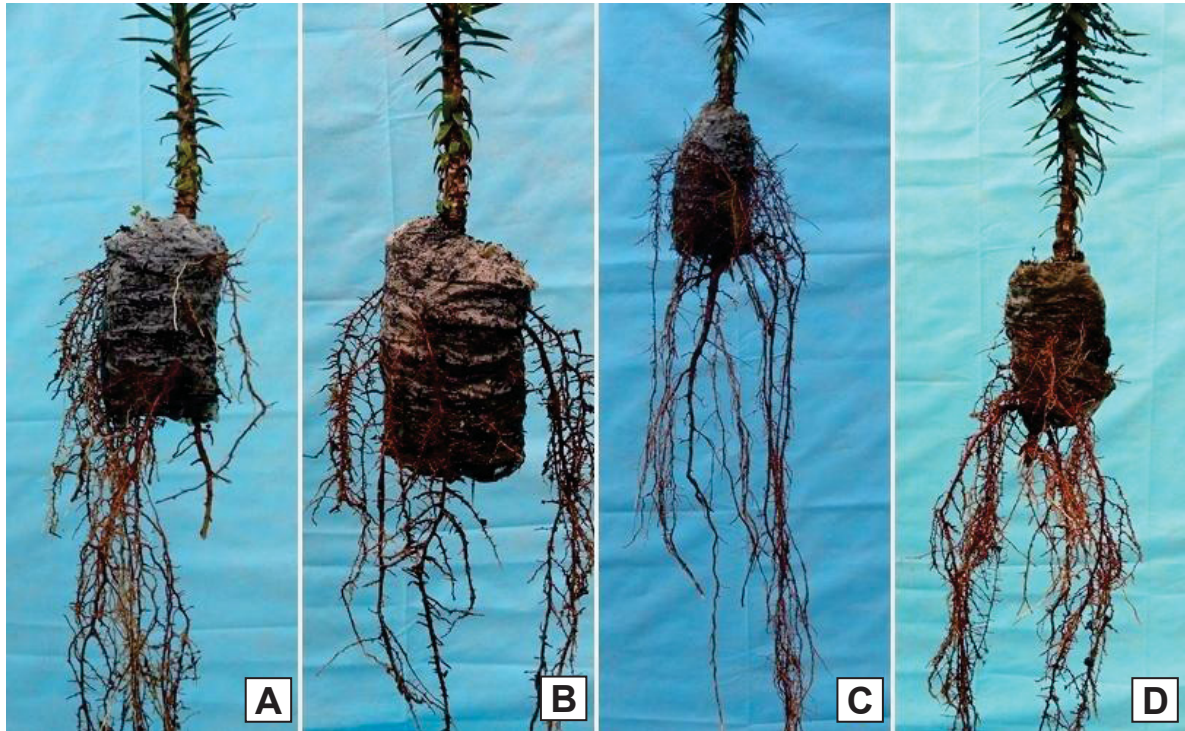


FIGURA 2 - ASPECTO DO SISTEMA RADICULAR DE MUDAS DE *A. angustifolia* PRODUZIDAS EM RECIPIENTES DE TNT (AGROPOTE[®]) E MANTIDAS EM VASO COM DIFERENTES SUBSTRATOS POR 9 MESES: SUBSTRATO COMERCIAL F73 + TERRA PRETA + NPK (A); SUBSTRATO COMERCIAL T55 + TERRA PRETA + NPK (B); TERRA PRETA + NPK (C); TERRA PRETA (D).
 FONTE: O autor (2018)

Conforme a Figura 2, verifica-se a eficiência do sistema Agropote[®] em possibilitar o desenvolvimento do sistema radicular de mudas de *A. angustifolia* através do TNT, dispensando assim a necessidade de sua retirada no momento do plantio definitivo, uma vez que apresentou um excelente desenvolvimento do sistema radicular. O sistema radicular precisa ser bem desenvolvido, com boa formação, sem enovelamento, com raiz pivotante reta e raízes secundárias bem distribuídas e agregadas ao substrato (FONSECA, 1988). Além da absorção de nutrientes, o desenvolvimento adequado do sistema radicular proporciona estabilidade para planta e preservação do torrão no momento do plantio (VIÉGAS, 2015).

Verificou-se uma abundante quantidade de raízes laterais para fora do recipiente, demonstrando que a estrutura do Agropote[®] permitiu crescimento natural do sistema radicular (Figura 3).



FIGURA 3 - SISTEMA RADICULAR DE MUDAS DE *A. angustifolia* NO SISTEMA AGROPOTE[®] AOS 9 MESES APÓS O TRANSPLANTIO.
FONTE: O autor (2018).

De maneira geral o Agropote[®] propiciou o desenvolvimento de uma boa conformação radicular, com raiz pivotante sem enovelamento, devido, principalmente, a ausência de fundo nos recipientes. Resultado semelhante foi observado por (MATIELLO, 2016) para mudas de café.

Nesse sistema (recipiente + substrato) o recipiente é constituído por um material de TNT, sem fundo, que não precisa ser retirado no momento do plantio, melhorando a eficiência desta operação. No preparo do Agropote[®] a constituição do substrato pode ser variada conforme a necessidade da cultura (casca de pinus bioestabilizada, casca de arroz, fibra de coco, sphagnum, etc.). Além disso, é acrescentado fertilizante de liberação lenta, dando condições para produção de mudas com um bom padrão de qualidade.

Com relação aos substratos avaliados, verifica-se que para a maioria dos parâmetros de crescimento, com exceção da massa seca de raízes, a combinação de terra preta e NPK se mostrou superior ao tratamento com terra pura (D). Todavia, não houve diferença significativa em relação aos demais substratos que também

continham NPK na sua composição. Este resultado mostra a importância do fornecimento destes elementos para nutrição da araucária.

Trabalhando com nutrição em araucária, Constantino (2017) também verificou melhoria na qualidade das plantas com o fornecimento de até 1238 mg dm^{-3} de N e 472 mg dm^{-3} de P, mas não obteve resposta para K.

Conforme observado na Tabela 5, que apresenta a composição química dos substratos após a finalização do experimento, o substrato D (terra preta) é o que apresentou os menores valores de P e K, e a maior concentração de alumínio, elemento considerado tóxico, justificando o baixo desempenho das mudas produzidas com este substrato.

TABELA 5 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS SUBSTRATOS NO FINAL DO EXPERIMENTO.

Composição Química	SUBSTRATOS				CV (%)
	A	B	C	D	
pH (CaCl ₂)	4,7 a	4,3 a	4,3 b	4,0 c	1,9
pH (SMP)	5,2 a	4,8 b	4,8 ab	4,7b	4,6
Al ⁺³ (cmol _c /dm ³)	0,0 b	0,1 b	0,3 b	1,1 a	33,7
H ⁺ +Al ⁺³ (cmol _c /dm ³)	8,5 d	15,3 a	10,7 c	12,9 b	23,3
Ca ⁺² (cmol _c /dm ³)	15,6 b	19,6 a	9,1 c	6,0 d	13,3
Mg ⁺² (cmol _c /dm ³)	8,8 a	9,1 a	6,0 b	5,0 c	4,6
SB (cmol _c /dm ³)	25,4 b	29,7 a	16,2 c	11,2 d	9,6
T(cmol _c /dm ³)	33,9 b	44,9 a	26,9 c	24,2 c	6,5
K ⁺ (cmol _c /dm ³)	0,9 a	0,9 a	1,1 a	0,2 b	25,5
P (mg/dm ³)	248,4 a	194,8 a	174,2 a	8,5 b	40,3
Na (ppm)	0,0 a	0,0 ab	0,0 bc	0,0 c	29,1
C (g/dm ³)	165,3 b	212,7 a	43,8 c	47,7 c	14,7
V (%)	74,8 a	66,0 b	60,1 b	46,4 c	6,1
M (%)	0,2 b	0,3b	1,07 b	4,7 a	39,7
Cu(mg/kg)	1,0 b	0,9 b	1,1 b	1,8 a	28,6
Mn (mg/kg)	57,0 a	60,4 a	14,0 b	18,8 b	12,8
Fe (mg/kg)	180,3 a	164,7 a	75,6 c	112,1 b	10,4
Zn (mg/kg)	16,1 a	16,1 a	2,9 b	3,8 b	20,8

*Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns}: não significativo; A (substrato F73 + terra preta + NPK); B(substrato T55 + terra preta + NPK); C(terra preta + NPK); D (terra preta); SB (soma de bases); T (capacidade de troca de cátions); V (percentagem de saturação por bases); M (percentagem de saturação por alumínio).

O efeito observado nas plantas produzidas com o substrato D já era esperado visto que a baixa disponibilidade de P é uma característica da maioria dos solos de ambiente tropical (ROY et al., 2016), portanto, a disponibilidade deste elemento

reflete no crescimento das plantas. O P desempenha papel importante na produção de energia, que por sua vez é utilizada pela planta nos processos fisiológicos responsáveis por pelo crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Embora os maiores teores de P tenham refletido em maior crescimento da araucária, como também verificado por outros autores para espécies florestais nativas (RENÓ et al., 1993; VENTURIN et al., 2005; CARLOS et al., 2013), é importante observar que o excesso de um determinado nutriente pode resultar em toxidez ou até mesmo causar interferência na absorção de outros elementos essenciais para a planta (FAQUIN, 2005). O excesso de um determinado elemento também pode ser usado como um eventual consumo de luxo (HAWKESFORD et al., 2012). Neste caso a planta absorve o nutriente, mas esse não é necessariamente usado no metabolismo celular, ficando estocado até que seja requisitado em condições específicas que o demandem.

Diferente do observado neste trabalho onde o maior teor de K (substrato A, B e C) coincidiu com os tratamentos que resultaram em maior crescimento e qualidade das mudas, Constantino (2017), não verificou diferença no crescimento das mudas quando aumentou as doses deste elemento, apesar de constatado elevação do teor nas acículas, indicando possível consumo de luxo. Por outro lado, Warren et al. (2005) não encontraram limitação de crescimento quando omitiram o K, sugerindo que a araucária é pouco exigente em relação a este elemento.

Não houve diferença entre tratamentos para a relação entre altura e diâmetro de colo (Tabela 4). Os valores estão de acordo com o relatado por Carneiro (1995) que diz que a relação H/D em qualquer fase do período de produção de mudas deve situar-se entre 5,4 e 8,1. Embora essa relação indique o balanço entre raiz e parte aérea, o tratamento que resultou em mudas de melhor qualidade foi o tratamento C (terra preta + 140 g de NPK) (Tabela 5).

Quando avaliado o número de verticilos, as plantas do tratamento B e C se sobressaíram. Possivelmente essa característica não esteja relacionada somente com a nutrição, mas também com a genética. Na prática o número de verticilos serve como uma indicação para o plantio a campo. Zanette (2010) recomenda o plantio de mudas de araucária com um ou dois verticilos. Por esse critério todas as mudas já estavam aptas para o campo, resultado de 17 meses no viveiro.

Os tratamentos B e C também proporcionaram plantas com maiores ramos na região basal da copa, além de maiores entre nó, reforçando a importância, tanto da

estrutura do substrato, como da nutrição para o alongamento da planta. Constantino (2017) também relacionou a deficiência nutricional em mudas de araucária à redução de crescimento e a entre nós curtos.

Em relação à massa seca da parte aérea, massa seca total e IQD houve diferença significativa entre os tratamentos C e D. O fornecimento de NPK melhorou as condições nutricionais do substrato terra possibilitando maior crescimento e qualidade de mudas de araucária. Constantino (2017) relatou que o conteúdo de biomassa seca total e o IQD em mudas de *A. angustifolia* apresentaram respostas lineares para o fornecimento N e quadrática para P. Ainda de acordo com o autor, na omissão de P a relação entre raiz e parte aérea de mudas de araucária produzidas em vasos é maior, tal como observado no presente trabalho.

Embora não existam trabalhos indicando o Índice de Qualidade de Dickson adequado para mudas de *A. angustifolia*, esse parâmetro pode ser utilizado para comparação de tratamentos, já que quanto maior for o índice, melhor será a qualidade das mudas (DICKSON et al., 1960).

Considerando que os substratos F73 e F55 não foram testados sem a adição da dose de NPK, salienta-se que sua composição comercial (Tabela 3) apresentava teores mais elevados dos principais elementos (Ca, Mg, K e P) quando comparado com a terra preta. Estes teores resultaram da fertilização de liberação lenta (5-6 meses) adicionada aos substratos para suprir as necessidades iniciais das plantas. A adição de 140 g de NPK elevou os teores como era de se esperar (Tabela 6), sendo possível observar, sobretudo, maiores teores de Mn, Fe, Zn e menor teor de Cu, indicando que as mudas poderiam ser manejadas por mais tempo nos vasos sem que houvesse esgotamento nutricional.

Embora a nutrição seja importante para as plantas, são os elementos que compõem o substrato que permitirão sua viabilização. Além de servirem como suporte onde as plantas fixam suas raízes, ainda retém a parte líquida que disponibilizará os nutrientes para planta (MELO, 2006). Portanto, o tipo de substrato influencia na conformação do sistema radicular, que por sua vez é considerado um atributo muito importante para o crescimento e qualidade da planta (CARVALHO, 1992).

Apesar de não ser encontrada diferença entre tratamentos para massa seca de raízes, as plantas cultivadas com substrato terra preta (sem adubação) apresentaram maior relação entre massa seca de raízes e massa seca da parte

aérea (Tabela 4). Isso indica que as plantas deste tratamento priorizaram o crescimento das raízes em detrimento da parte aérea, já que apresentaram as menores alturas (Figura 4). Este comportamento também foi observado por Constantino (2017) que tratou como uma estratégia da planta para absorção de P.



FIGURA 4- ALONGAMENTO DO SISTEMA RADICULAR DE PLANTAS CULTIVADAS COM SUBSTRATO (TERRA PRETA) SEM NPK. FONTE: O AUTOR (2018).

Autores como Sabonaro e Galbiatti (2007), entretanto, afirmaram existir correlação direta entre o crescimento radicular e o crescimento da parte aérea, o que não foi observado nas condições deste trabalho e também de Constantino (2017). Provavelmente a correlação ocorra em condições adequadas de nutrição, pois na omissão de P houve um favorecimento do crescimento das raízes, indicando a busca pelo elemento. Em solos tropicais o P é escasso, além de ser relativamente imóvel no solo (ABEL; TICCONI; DELATORRE, 2002; SILVA; DELATORRE, 2009).

A massa seca de raízes tem sido considerada um dos mais importantes parâmetros para avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (GOMES, 2001), o que justifica o estudo de substratos e recipientes para a produção de mudas.

4.4 CONCLUSÃO

O sistema Agropote® permite um adequado desenvolvimento caulinar e radicular de mudas de *A. angustifolia*, em diferentes substratos, sem necessitar a retirada do recipiente.

REFERÊNCIAS

ABEL, S.; TICCONI, C. A.; DELATORRE, C. A. Phosphate sensing in higher plants. **Physiol. Plant.** 115, 2002.

CARLOS, L.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G.; HIGASHIKAWA, E. M. Crescimento e nutrição mineral de mudas de barbatimão sob efeito da omissão de nutrientes. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 4, p. 559-568, out./dez. 2013.

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

CARVALHO, C. M. Produção de mudas de espécies florestais de rápido crescimento. In: NOVAES, A. B. et al. **Reflorestamento no Brasil**. Vitória da Conquista - BA, UESB, 1992. p. 93-103.

CECONI, D. E.; POLETTO, I.; LOVATO, T.; MUNIZ, M. F. B. Exigência nutricional de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) à adubação fosfatada. **Ciência Florestal**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 25 - 32, 2007.

CONSTANTINO, V. **Nutrição de mudas e morfogênese da *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. Ktze. submetida à enxertia**. 134 f. Tese (Doutorado em Ciência)-Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. 183 p.

FONSECA, E. P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hillex Maiden em "Win-Strip"**. . 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; I. S. MØLLER; WHITE P. Functions of macronutrients. In: MARSCHNER, H. (Ed.). **Mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. San Diego: Academic Press, 2012. p. 135-189.

MATIELLO, J. B. **Mudas de café em sacolas de TNT têm pegamento normal no campo**. 2016. Disponível em: <<https://www.cafepoint.com.br/radares-tecnicos/folha-procafe/mudas-de-cafe-em-sacolas-de-tnt-tem-pegamento-normal-no-campo-00219n.aspx>> Acesso em 08/02/2018.

MELO, G. W. B. de; BORTOLOZZO, A. R.; VARGAS, L. **Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico**. Embrapa. Sistemas de Produção 15. 2006. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemIHidroponico/substratos.htm>>. Acesso em 15/02/18.

OLIVEIRA, R. B.; LIMA, J. S. S.; SOUZA, C. A. M.; SILVA, S. A.; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.

RENÓ, N. B. VALE, F. R. do.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O. Requerimentos nutricionais de quatro espécies nativas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, Goiânia, 1993. **Resumos...Goiânia**: SBCS, 1993, p. 211-212.

ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; REISSMANN, C. B.; GROSSI, F.; RAMOS, M. R. Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 491-500, 2011.

ROY, E. D.; RICHARDS, P. D.; MARTINELLI, L. A.; COLETTA, L. D.; LINS, S. R. M.; VAZQUEZ, F. F.; WILLIG, E.; SPERA, S. A.; VANWEY, L. K.; PORDER, S. The phosphorus cost of agricultural intensification in the tropics. **Nature Plants**, v. 43, p. 1-6, 2016.

SABONARO, D. Z.; GALBIATTI, J. A. Efeito de níveis de irrigação em substratos para a produção de mudas de ipê-roxo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 74, p. 95-102, 2007.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, H. D.; BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A.; BOGNOLA, I. A. Recomendações de solos para *Araucaria angustifolia* com base nas suas propriedades físicas e químicas. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 43, p. 61-74, jul./dez. 2001.

SILVA, A. A. da; DELATORRE, C. A. Alteração na arquitetura de raízes em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 8, n. 2, p. 152-163, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

VENTURIN, N.; SOUZA, P. A. de.; MACEDO, R. L. G. de. Adubação mineral de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish). **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 2, p. 211-219, 2005.

VIEIRA, L. M.; FRIZZO, C.; HACKBARTH, C.; GOMES, E. N.; ZANETTE, F.; CONSTANTINO, V. Uso de diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. In: I SEMANA DE APERFEIÇOAMENTO EM ENGENHARIA FLORESTAL DA UFPR, 2017, Curitiba. **Anais...** Curitiba (PR): UFPR – Engenharia Florestal, 2017.

VIEGAS, L. B. **Viabilidade do recipiente biodegradável na produção de mudas florestais nativas**. Botucatu, 2015, 157 f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista.

WARREN, C. R.; McGRATH, J. F.; ADAMS, M. A. Differential effects of N, P and K on photosynthesis and partitioning of N in *Pinus pinaster* needles. **Ann. For. Sci.** 62, p. 1-8, 2005.

ZANETTE, F. **A araucária como fruteira para a produção de pinhões**. (Série Frutas Nativas). Jaboticabal: Funep, 2010. 25 p

ZANETTE, F.; DANNER, M. A.; CONSTANTINO, V.; WENDLING, I. Particularidades e biologia reprodutiva de *Araucaria angustifolia*. In: WENDLING, I.; ZANETTE, F. de (Ed.). **Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios**. Brasília: Embrapa, 2017, p. 15-39.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, o Agropote[®] se mostrou eficaz na produção de mudas de *A. angustifolia*. É uma tecnologia que possibilita a redução de mão de obra na produção de mudas e pode ser adquirido com formulações de substratos adequados conforme a necessidades específica da espécie. Além disso, não exige a retirada do recipiente no momento do plantio a campo, preservando o torrão da raiz e consequentemente reduzindo os danos ao sistema radicular e mantendo o vigor da muda e a sobrevivência.

Quanto aos substratos F73, F55, T55 e CC55, é possível afirmar que exerceu influencia positiva sobre o crescimento e qualidade de mudas de *A. angustifolia*, demonstrando potencial para produção de mudas em larga escala.

Os substratos F73 e T55 também se mostraram eficaz para a produção de porta enxertos em vasos, uma vez que possibilitaram a produção de mudas de boa qualidade. É conveniente ressaltar, que nas condições deste experimento não é necessária a aplicação de adubação complementar do substrato até os 17 meses.

Tendo em vista que o sistema Agropote[®] pode ser elaborado conforme as exigências de cada espécie, recomendam-se novos estudos avaliando a produção de mudas de araucária testando outras doses de fertilizantes, a fim de estabelecer a dose de máxima eficiência técnica para espécie.

Recomenda-se também estudos com poda aérea de raízes no sistema agropote, bem como a avaliação de mudas produzidas em Agropote[®] e transplantada para o campo a fim de verificar o comportamento e a decomposição do TNT em longo prazo.

REFERÊNCIAS

ABAD, M.; NOGUERA, P. Substratos para el cultivo sinsuelo y fertirrigación. In: CADAHIA, C. (Coord.) **Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. p. 287-342

AGROFIOR PRODUÇÃO DE MUDAS LTDA ME (BR/PR). O proprietário, Agropote. n. 900846607, 09/04/2008. **Revista de Propriedade Industrial**, n. 2067, p. 621, 2010.

AMARANTE, C.; TALAMINI, C. V.; MOTA, S.; MEGGUER, C. A.; IDE, G. M. Conservação pós-colheita de pinhões [sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze] armazenados em diferentes temperaturas. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 346-351, 2007.

ANSELMINI, J. I.; ZANETTE, F. Microenxertia e sua caracterização morfológica em *Araucaria angustifolia*. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 38, n. 4, p. 967-973, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria n. 443 de 17 de dezembro de 2014. Lista nacional oficial de espécies da flora ameaçadas de extinção. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, n. 245, seção 1, p. 111, 18 de dezembro, 2014.

BOENE, H. C. A. M.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, N. J.; KRATZ, D.; SOUZA, P. V. D. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, Curitiba, 43(3), 407-420, 2013.

BORTOLINI, M. F.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; FORTES, A. M. T. Crescimento de mudas de *Gleditschia amorphoides* Taub. produzidas em diferentes substratos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.1, p.35-46, 2012.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; PERONI, L.; GONÇALVES, E. O.; SILVA, A. G. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, p. 155-163, 2013.

CAMPINHOS, E. J.; IKEMORI, Yara Kiemi. Nova técnica para produção de mudas de essências florestais. **IPEF**, v. 23, p. 47-52, 1983.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.

CECONI, D. E.; POLETTO, I.; LOVATO, T.; MUNIZ, M. F. B. Exigência nutricional de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) à adubação fosfatada. **Ciência Florestal**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 25-32, 2007.

CONAB (Brasil). **Pinhão (semente)**. Conjuntura Especial, set. 2014. Brasília, DF, 2014. Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_09_12_36_06_pinhaos_ementesetembro_2014.pdf> Acesso em: 15 dez. 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA N° 278/2001**. Dispõe contra corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 138, p. 51-52, 18 jul. 2001.

CONSTANTINO, V.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ROSA, J. M. C. da; VIANA, J. de J. Efeitos de métodos de produção de mudas e equipes de plantadores no crescimento de *Pinus taeda* Linnaeus. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 355-366, 2010.

CONSTANTINO, V. **Nutrição de mudas e morfogênese da *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. Ktze. submetida à enxertia**. 134 f. Tese (Doutorado em Ciência)-Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

CONTI, A. C.; REIS, R. C. S.; CONTI, C.; DANIEL NETO, R. F.; ARANTES, A. K. Análise do desenvolvimento e da viabilidade econômica do plantio de mudas de árvores em tubetes biodegradáveis. **RETEC**, Ourinhos-SP, v. 05, n. 01, p. 113-121, 2012

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

DANNER, M. A.; ZANETTE, F.; RIBEIRO, J. Z. O cultivo da araucária para produção de pinhões como ferramenta para a conservação. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 441-451, dec. 2012.

DIAS, B. A. S.; MARQUES, G.M.; da SILVA, M. L.; COSTA, J. M. F. N. Análise econômica de dois sistemas de produção de mudas de eucalipto. **Floresta e ambiente**, Rio de Janeiro, v. 18, n.2, p.171-177, 2011.

DOBNER, M. J.; TRAZZI, P. A.; HIGA A. R.; SEITZ R. A. Influência do volume do tubete e do método de plantio no crescimento de um povoamento de *Pinus taeda* aos nove anos de idade. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 97, p. 007-014, mar. 2013

FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P. Determinação das características morfológica de petúnias comuns (petunia x hybrida) cultivadas em tubetes biodegradáveis. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, n. 1, p. 93-107, 2010.

FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P.; IATAURO, R. A. Produção de mudas de petúnia comum em tubetes biodegradáveis em substituição aos sacos plásticos/seedlings of petunia x hybrida in biodegradable tubes to replace the plastic bags. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 1, p. 74-83, 2015.

FONSECA, E.P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucaliptus grandis* W.Hillebrand em "Winstrip"**. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A.; ZANON, A. Conservação de sementes de pinheiro-do-paraná sob diferentes condições de ambientes e embalagens. **Comunicado técnico, 34**, Colombo, Embrapa-CNPQ, 1999.

FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL FILHO, R. M.; SOUSA, L. S. Efeito de deformação e poda das raízes de mudas de eucalipto sobre o crescimento no campo. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 2, p. 355-363, 2009.

GASPARIN, E.; AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; DORNELES, D. U.; FOLTZ, D. R. B. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade das mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 553-563, 2014.

GUERRA, M. S.; BARBOSA, M. S.; COSTA, E.; VIEIRA, G. H. C. Recipiente biodegradável e substratos para mudas de maracujazeiro. **REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL**, v. 4, n. 3, p. 50-54, 2017.

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

HESS, A. F.; CALGAROTTO, A. R.; PINHEIRO, R.; WANGINIAC, T. C. R. Proposta de manejo de *Araucaria angustifolia* utilizando o quociente de Liocourt e análise de incremento, em propriedade rural no Município de Lages, Santa Catarina. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 337-345, 2010.

IATAURO, A. R. **Avaliação energética da substituição de tubetes de plástico por tubetes biodegradáveis na produção de mudas de aroeira- *Schinus terebinthifolius* Raddi**. 59 p., Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) Botucatu: FCA-UNESP, 2004.

IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). **The IUCN Red List of Threatened Species: *Araucaria angustifolia*** (published in 2013). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T32975A2829141.en>> Acesso em: 20 fev. 2017.

MAIA, C. M. B. F. Uso de casca de Pinus e lodo biológico como substrato para produção de mudas de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.3 9, p.81-92, 1999.

MANTOVANI, A.; MORELLATO, L. P. C.; REIS, M. S. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 787-796, 2004.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2016. **Instrução Normativa Nº 5, De 10 De Março De 2016**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-5-de-10-3-16-remineralizadores-e-substratos-para-plantas.pdf>> Acesso em: 27/02/2018.

MATIELLO, J. B. **Mudas de café em sacolas de TNT têm pegamento normal no campo**. 2016. Disponível em: <<https://www.cafepoint.com.br/radarestecnicos/folha-procafe/mudas-de-cafe-em-sacolas-de-tnt-tem-pegamento-normal-no-campo-100219n.aspx>> Acesso em 08/02/2018.

MENEGATTI, R. D.; NAVROSKI, M. C.; GUOLLO, K.; FIOR, C. S.; SOUZA, A. G. S.; POSSENTI, J. C. Formação de mudas de guatambu em substrato com hidrogel e fertilizante de liberação controlada. **Espacios**, Caracas, v. 38, n. 22, p. 35, 2017.

NAPPO, M. E.; GOMES, L. J.; CHAVES, M., M. F. Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. **Boletim Agropecuário**, Nº 30, p. 5-31, UFLA, Lavras, 2001

NEVES, C. S. V. J.; MEDINA, C. de C.; AZEVEDO, M. C. B. de; HIGA, A. R.; SIMON, A. Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção das mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 897 – 905, 2005.

OLIVEIRA, R. B.; LIMA, J. S. S.; SOUZA, C. A. M.; SILVA, S. A.; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008

OLIVEIRA, R. P.; FILHO, W. S. S.; PASSOS, O. S.; SCIVITTARO, W. B.; ROCHA, P. S. G. Porta-enxertos para citrus. Embrapa Clima temperado, **Documentos 226**, Pelotas-RS, 2008.

KOCH, Z.; CORRÊA, M. C. **Araucária: A Floresta do Brasil Meridional**. Curitiba: Olhar Brasileiro, 2002.

PACHECO, M. V.; MATOS V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO A. L. P.; PINTO K.M.S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae), **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n.3, p.359-367, 2006.

ROSSA, U. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; REISSMANN, C. B.; GROSSI, F.; RAMOS, M. R. Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 491-500, 2011.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v. 1, p. 499-514, 1973.

SAIDELLES, F. L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHIMER, W. N.; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamborildamata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.1173-1186, 2009.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeitos do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, p. 1-15, 2000.

SANQUETTA, C. R. Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) no Estado do Paraná, Brasil. **Revista de Ciências Exatas e Naturais**, v. 5, n. 1, 2003.

SHEPHERD, K.R. **Plantation silviculture**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986. 322p.

SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Quality of *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* cuttings as a function of substrate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v. 16, p. 297-302, 2012.

SOUSA, L. B.; NÓBREGA, R. S. A.; LUSTOSA FILHO, J. F.; AMORIM, N. S. P.; FERREIRA, L. D. V. M.; NÓBREGA, J. C. A. Cultivo de *Sesbania virgata* (Cav. Pers) em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 3, p. 240-247, 2016.

SOUZA, F. X. **Materiais para a formação de substratos na produção de mudas e cultivo de plantas envasadas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 21 p. (Documento, 43)

SOUZA, P. V. D. **Optimización de le produccion de plantones de cítricos en vivero: inoculación con micorrizas vesiculares arbusculares**. 1995. 201 f. Tesis (Doctoral) - Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 1995.

TELES, C. R.; COSTA, A. N.; GONCALVES, R. F. Produção de lodo de esgoto em lagoas de estabilização e o seu uso no cultivo de espécies florestais na região sudoeste do Brasil. **Sanare**, v. 12, n. 12, p. 53-60, 1999.

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

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características Físicas E Químicas de substratos para produção de Mudas De *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Arvore**, Viçosa, v. 31, n. 2,p. 209-220, 2007.

WENDLING, I.; DELGADO, M. E. **Produção de mudas de araucária em tubetes**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 201).

WENDLING, I. Enxertia e florescimento precoce em *Araucaria angustifolia*. **Comunicado Técnico 272**, Embrapa Florestas, Colombo, Junho, 2011.

WENDLING, I. Tecnologia de enxertia de *Araucaria angustifolia* para produção precoce de pinhões, com plantas de porte reduzido. **Comunicado Técnico 351**, Embrapa Florestas, Colombo, Maio, 2015.

WENDLING, I.; ZANETTE, F. **Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios**. Brasília: Embrapa, 2017.

WENDLING, I; STUEPP, C. A; ZANETTE, F. Produção de mudas de araucária por semente. In: WENDLING, I.; ZANETTE, F. de (Ed.). **Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios**. Brasília: Embrapa, 2017. p. 15-39.

ZANETTE, F. **A araucária como fruteira para a produção de pinhões**. (Série Frutas Nativas). Jaboticabal: Funep, 2010. 25 p

ZANETTE, F.; DANNER, M. A.; CONSTANTINO, V.; WENDLING, I. Particularidades e biologia reprodutiva de *Araucaria angustifolia*. In: WENDLING, I.; ZANETTE, F. de (Ed.). **Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios**. Brasília: Embrapa, 2017. p. 15-39.

ANEXOS

Anexo 1. Resumo da análise de variância para altura de mudas de *A. angustifolia* avaliadas em parcela dividida no tempo (TEMP.), (avaliações a cada 21 dias). Curitiba/PR (2017).

QUADRO DE ANÁLISE						
Fonte de variação	G.L.	SQ	QM	F	C.V. Alt (%)	C.V. Temp.(%)
Tempo	6	15500,5411	2583,42352	2924,385 **	4,97	-
Alt.	3	52,79748	17,59916	14,8517 **	-	5,75
Int (Alt. x temp)	18	58,08086	3,22671	2,7230 **	-	-
Parcelas	34	15525,27651	-	-	-	-
Resíduo Temp.	28	24,73541	0,88341	-	-	-
Resíduo Alt.	84	99,53959	1,18500	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; Int: Interação; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 2. Resumo da análise de variância para diâmetro de colo de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote[®] com diferentes substratos. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	0,31166	0,10389	7,7436**	2,37	0,20979
Resíduo	16	0,21465	0,01342	-	-	-
Total	19	0,52631	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 3. Resumo da análise de variância para relação altura/diâmetro de colo de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote[®] com diferentes substratos. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	0,060341	0,20114	1,2038 ^{ns}	6,11	0,74035
Resíduo	16	2,67331	0,16708	-	-	-
Total	19	3,27672	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 4. Resumo da análise de variância para massa seca de raiz de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote[®] com diferentes substratos. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	0,10441	0,03480	1,4604 ^{ns}	16,91	0,27960
Resíduo	16	0,38130	0,02383	-	-	-
Total	19	0,48571	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 5. Resumo da análise de variância para massa seca de parte aérea de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote® com diferentes substratos. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	2,65730	0,88577	1,9895 ^{ns}	16,88	1,20854
Residuo	16	7,12364	0,44523	-	-	-
Total	19	9,78094	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 6. Resumo da análise de variância para massa seca total de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote® com diferentes substratos. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	3,77288	1,25763	2,0436 ^{ns}	16,12	1,42086
Residuo	16	9,84646	0,61540	-	-	-
Total	19	13,61934	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 7. Resumo da análise de variância para Índice de Qualidade de Dickson de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote® com diferentes substratos. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	0,02123	0,00708	1,6465 ^{ns}	14,91	0,11874
Residuo	16	0,06876	0,00430	-	-	-
Total	19	0,08999	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 8. Resumo da análise de variância para altura de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote® e conduzidas em vasos com diferentes substratos aos 9 meses após o transplântio. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	191,85740	63,95247	5,1328 *	6,94	6,39322
Residuo	16	199,35135	12,45946	-	-	-
Total	19	391,20874	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 9. Resumo da análise de variância para diâmetro de colo de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote® e conduzidas em vasos com diferentes substratos aos 9 meses após o transplântio. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	7,44095	2,48032	7,8347 **	7,02	1,01909
Residuo	16	5,06531	0,31658	-	-	-
Total	19	12,50627	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 10. Resumo da análise de variância para relação altura/diâmetro de caule de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote[®] e conduzidas em vasos com diferentes substratos aos 9 meses após o transplântio. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	0,82962	0,27654	2,7568 ^{ns}	4,98	0,57365
Residuo	16	1,60501	0,10031	-	-	-
Total	19	2,43463	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 11. Resumo da análise de variância para número de verticilos de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote[®] e conduzidas em vasos com diferentes substratos aos 9 meses após o transplântio. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	0,62204	0,20735	7,0947 **	6,50	0,30964
Residuo	16	0,46761	0,02923	-	-	-
Total	19	1,08965	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 12. Resumo da análise de variância para maior ramo de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote[®] e conduzidas em vasos com diferentes substratos aos 9 meses após o transplântio. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	129,65068	43,21689	6,9448 **	9,20	4,51821
Residuo	16	99,56635	6,22290	-	-	-
Total	19	229,21703	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 13. Resumo da análise de variância para maior entrenó de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote[®] e conduzidas em vasos com diferentes substratos aos 9 meses após o transplântio. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	14,18331	4,72777	4,1291 *	10,10	1,93808
Residuo	16	18,31994	1,14500	-	-	-
Total	19	-	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 14. Resumo da análise de variância para massa seca de raiz de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote[®] e conduzidas em vasos com diferentes substratos aos 9 meses após o transplântio. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	71,49443	23,83148	2,4691 ^{ns}	30,35	5,62701
Residuo	16	154,43142	9,65196	-	-	-
Total	19	225,92585	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 15. Resumo da análise de variância para massa seca de parte aérea de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote[®] e conduzidas em vasos com diferentes substratos aos 9 meses após o transplântio. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	1142,15657	380,71886	4,9189 *	27,55	15,93444
Residuo	16	1238,37935	77,39871	-	-	-
Total	19	2380,53592	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 16. Resumo da análise de variância para massa seca total de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote[®] e conduzidas em vasos com diferentes substratos aos 9 meses após o transplântio. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	1704,81361	568,27120	4,2357 *	27,47	20,97910
Residuo	16	2146,61231	134,16327	-	-	-
Total	19	3851,42592	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 17. Resumo da análise de variância para relação de massa seca de parte aérea/massa sede raiz de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote[®] e conduzidas em vasos com diferentes substratos aos 9 meses após o transplântio. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	4,16293	1,38764	6,5897 **	14,57	0,83115
Residuo	16	3,36926	0,21058	-	-	-
Total	19	7,53219	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 18. Resumo da análise de variância para relação de massa sede raiz/ massa seca de parte aérea de mudas de *A. angustifolia* produzidas em Agropote[®] e conduzidas em vasos com diferentes substratos aos 9 meses após o transplântio. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	0,05456	0,01819	9,8141 **	13,05	0,07797
Residuo	16	0,02965	0,00185	-	-	-
Total	19	0,08421	-	-	-	-

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

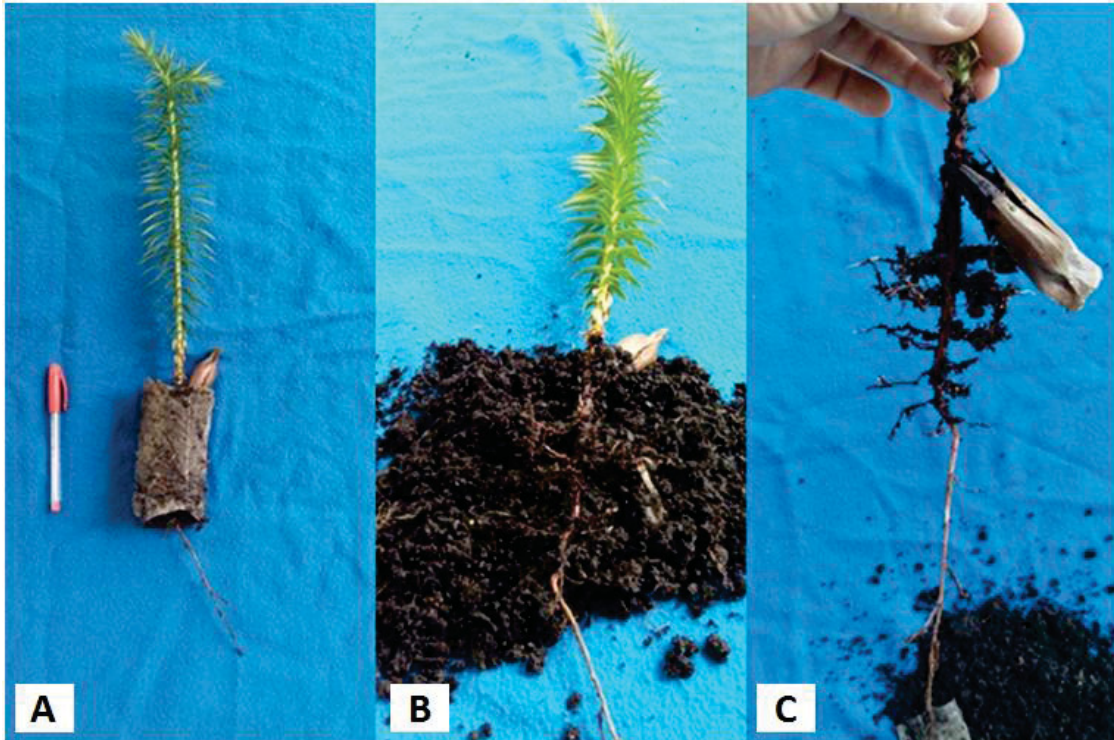
Anexo 19. Resumo da análise de variância para Índice de Qualidade de Dickson de *A. angustifolia* produzidas em Agropote[®] e conduzidas em vasos com diferentes substratos aos 9 meses após o transplântio. Curitiba/PR (2017).

F.V	G.L.	SQ	QM	F	C.V. (%)	DMS
Tratamentos	3	18,58844	6,19615	3,4236 *	30,19	2,43663
Residuo	16	28,95738	1,80984	-	-	-

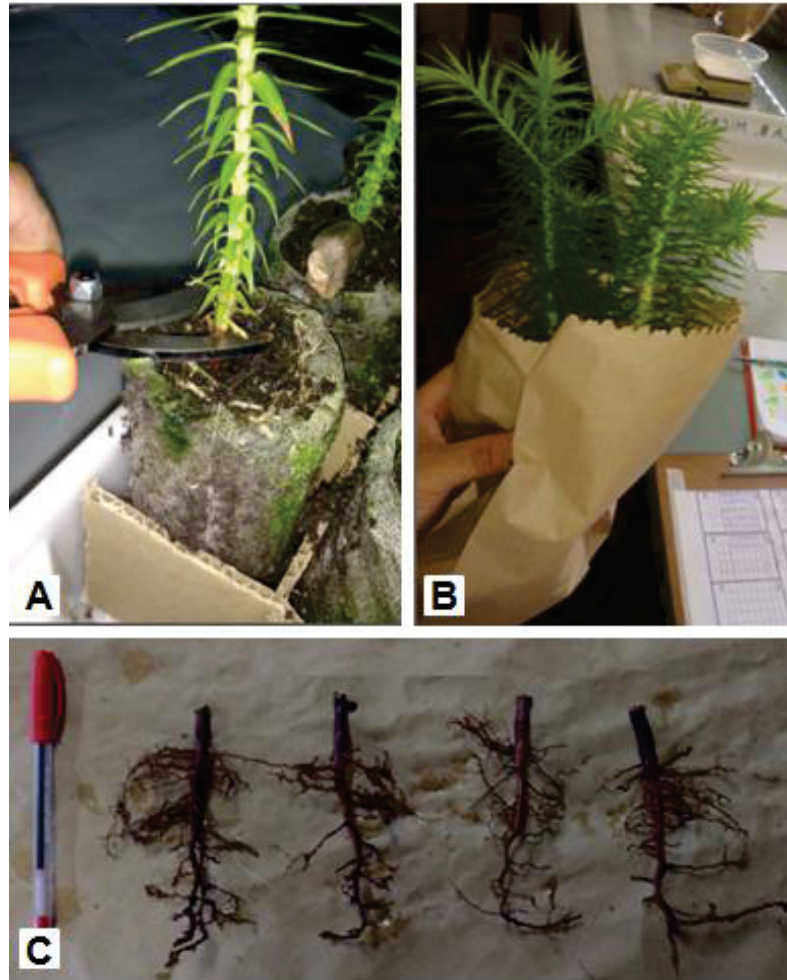
Total	19	47,54582	-	-	-	-
--------------	----	----------	---	---	---	---

**significativo a 1%; *significativo a 5%; ^{ns.}: não significativo; C.V.: Coeficiente de Variação; G.L.: Graus de liberdade; SQ: Soma de Quadrados; QM: Quadrado Médio; F: Estatística do teste F; DMS: Diferença Mínima Significativa.

Anexo 20. Muda de *A. angustifolia* produzida em Agropote[®]: Desenvolvimento da mudas aos 6 meses (A); Sistema radicular com pivô desenvolvido, sem apresentar enovelamento (B) e sem deformações (C).



Anexo 21. Registro fotográfico do preparo de amostragem para avaliação de massa seca e verificação do sistema radicular de mudas de *A. angustifolia*. A: Separação da parte aérea da raiz; B: embalagem das amostras em saco papel para secagem; C: análise do sistema radicular das mudas.



Anexo 22. Panorama do experimento em vasos na fase de avaliação.

