

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

THAÍSE DA SILVA TONETTO

**PRODUÇÃO DE SEMENTES, DE MUDAS EM VIVEIRO E CULTIVO A
CAMPO DE *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret: UMA ABORDAGEM
TÉCNICA E ECONÔMICA**

Santa Maria, RS, Brasil
2018

Thaíse da Silva Tonetto

**PRODUÇÃO DE SEMENTES, DE MUDAS EM VIVEIRO E CULTIVO A CAMPO
DE *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret: UMA ABORDAGEM TÉCNICA E
ECONÔMICA**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, Linha de pesquisa em Sementes e Mudas Florestais, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Engenharia Florestal**.

Orientadora: Prof^a. Dra. Maristela Machado Araujo

Santa Maria, RS, Brasil

2018

Ficha catalográfica

da Silva Tonetto, Thaíse

PRODUÇÃO DE SEMENTES, DE MUDAS EM VIVEIRO E CULTIVO A CAMPO DE *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret: UMA ABORDAGEM TÉCNICA E ECONÔMICA/Thaíse da Silva Tonetto. 2018. 231f.; 30 cm.

Orientadora: Maristela Machado Araujo

Coorientador: Jorge Antônio de Farias

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, RS, 2018.

1. Goiabeira-serrana 2. Armazenamento de sementes 3. Crescimento de mudas 4. Custos de produção 5. Viabilidade I. Machado Araujo, Maristela II. de Farias, Jorge III. Produção técnica-econômica de sementes, de mudas em viveiro e cultivo a campo de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret: Uma abordagem técnica e econômica

© 2018

Todos os direitos autorais reservados a Thaíse da Silva Tonetto. A reprodução de parte desse trabalho só poderá ser realizada com autorização por escrita da autora.

Endereço eletrônico: thaisetonetto@hotmail.com.

Thaíse da Silva Tonetto

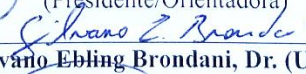
**PRODUÇÃO DE SEMENTES, DE MUDAS EM VIVEIRO E CULTIVO A CAMPO
DE *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret: UMA ABORDAGEM TÉCNICA E
ECONÔMICA**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, Linha de pesquisa em Sementes e Mudanças Florestais, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Engenharia Florestal**.

Aprovado em 22 de fevereiro de 2018:



Maristela Machado Araujo, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)



Gilvano Ebling Brondani, Dr. (UFLA)



Maria Helena Fermino, Dra. (DDPA-SEAPI/RS)



Marília Lazzarotto, Dra. (UFRGS)

Mônica Brucker Kelling, Dra. (COLÉGIO POLITÉCNICO/UFSM)

Santa Maria, RS
2018.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem ele junto comigo os ganhos e as superações teriam sido mais difíceis de serem alcançados e vencidas, respectivamente. Em especial, quero agradecer pela vida do meu pai que nesses últimos três anos enfrentou duras batalhas.

Aos meus pais Elci e Elvio que me deram a oportunidade de nascer e poder trilhar os caminhos percorridos nesses anos de estudo. A minha irmã Larissa.

A meus avós que me deram carinho e me ensinaram muito de como ser como pessoa, gostaria que todos estivessem nesse plano para festejarem essa conquista. Assim, sou grata por ter minha avó Vilsa conosco. E aos anjos que torcem para ocorrer o melhor na minha vida, de onde estiverem, meu avô José, avó Erminia e avô Ângelo (*in memoriam*).

A meus tios, padrinhos e primos.

A família Piveta representada por Renan, Vânia e Tarcício que sempre zelam e querem o meu bem, bem como a família Rother constituída por Cláudia e Mário, obrigada pela ajuda.

Aos colegas de ensino fundamental, médio, técnico e superior.

Ao Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da UFSM onde aprendi muito do que sei, no qual conclui o doutorado.

A minha orientadora e amiga professora Maristela Machado Araujo que entendeu todas as ausências e dificuldades familiares, pelas quais passei durante meu doutoramento. Ela também me ensinou muito do que sei, mas acima de tudo fez uma aposta e acreditou na minha capacidade e, hoje realizo mais uma etapa de minha formação profissional.

A professora Marlove Fátima Brião Muniz por ter me permitido realizar as análises fitossanitárias no Laboratório de Fitopatologia Elocy Minussi, que coordena, assim como, sempre gentilmente concebia que um dos seus orientados me auxiliasse.

Ao professor e amigo Jorge Antônio de Farias que fez parte da minha coorientação, agradeço as explicações, entendimento de meus atrasos e falhas, assim como conselhos que me deu durante uma fase difícil. Sempre com seu amargo amigo para conversarmos.

A professora Luciane Almeri Tabaldi pela cedência do espaço no Laboratório de Fisiologia de Plantas, que coordena, além da ajuda nas análises fisiológicas.

Ao professor e amigo João Marcelo de Oliveira Santos que de forma muito zelosa e prestativa me recebeu no Laboratório de Botânica Estrutural, que coordena, me explicando sobre as metodologias e procedimentos, além de ter me auxiliado nas análises morfométricas.

A Clair Walker pela amizade, carinho, compreensão, identificação e quantificação dos patógenos presentes nas sementes, não tenho palavras para te agradecer pela mão amiga. E ao

colega e amigo Vinícius Spolaor Fantinel pelo apoio na última fase do armazenamento.

A comissão examinadora formada pelos professores e pesquisadores Gilvano Ebling Brondani, Maria Helena Fermino, Marília Lazzarotto e Mônica Brucker Kelling. E Cléber Witt Saldanha e Lia Rejane da Silveira Reiniger.

Aos amigos e colegas de laboratório que conheci na minha jornada que se iniciou no Viveiro em Dezembro de 2011. Em especial àqueles que estiveram firmes comigo durante os meses de minha ausência diária no laboratório. As medições de fluorescência e comprimento radicular foram possíveis devido a Álvaro Luís Pasquetti Berghetti e Thairini Claudino Zavistanovicz. Ao Raphael Borgias Vareiro e Edinara Alves que me auxiliaram a aferir a área foliar, o comprimento de raízes e o plantio a campo e, ao Marlllos Santos de Lima que efetuou o processamento de imagens.

Aos amigos que entenderam minha ausência e, mesmo de longe me deram o apoio necessário para seguir adiante.

Ao Renan Piveta pelo carinho, dedicação, amor, companheirismo e, companhia nas saídas de campo para efetuar a coleta de sementes, obrigada por tudo que me fez hoje Dr^a.

Ao Sr. Tarcício por todo apoio prestado durante o acompanhamento do plantio a campo, sem sua ajuda eu não teria conseguido.

Ao Élinho Campanhol pela ajuda no preparo de todos os experimentos, graças ao senhor estou finalizando mais uma etapa. Ao Gervásio Celito Mário pelo apoio na tomada de algumas decisões, auxílio na compra de materiais para os experimentos e pela amizade.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) no qual realizei minha tese de doutorado. A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido no período de desenvolvimento desse trabalho.

A todos os professores do PPGEF por ampliarem os meus conhecimentos. A Tita, Rone, Carol e Maria que se tornaram amigas e me deixaram informada de todos os assuntos relacionados ao PPGEF. A todos os colegas PPGEF da turma de 2014 que passaram pela mesma jornada.

Agradeço todo o esforço de vocês nessa minha caminhada, agradeço muito aos que por muitas vezes deixaram de estar descansando para me ajudar.

“Nascemos sozinhos, mas tenho a certeza de que essa jornada se torna menos árdua se estamos acompanhados. Assim, ao longo da vida não mais estamos a sós, anjos - pais, irmã, amigos, professores e, demais pessoas fazem a diferença no dia a dia – esses nos rodeiam e seguem em qualquer rumo que possamos vir a seguir.” Obrigada!

“Os resultados do amanhã serão visíveis nas causas que fazemos hoje. Vamos semear as sementes uma a uma e, vencer no presente pelo bem do futuro. (Daisaku Ikeda)”.

“Semear carinho é colher amizades. Semear sorrisos é colher alegria. Semear conhecimento é colher sabedoria. Semear amor é colher felicidade. (Melania Ludwig)”

RESUMO

PRODUÇÃO DE SEMENTES, DE MUDAS EM VIVEIRO E CULTIVO A CAMPO DE *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret: UMA ABORDAGEM TÉCNICA E ECONÔMICA

AUTORA: THAÍSE DA SILVA TONETTO
ORIENTADORA: MARISTELA MACHADO ARAUJO

A. sellowiana é uma espécie nativa que se destina ao uso múltiplo, como o consumo de flores e frutos *in natura* ou processados, fabricação de moirões, lenha, carvão, paisagismo, reflorestamento, enriquecimento de áreas degradadas, apresentando ainda propriedades farmacêuticas e medicinais. Desse modo, o objetivo geral desta pesquisa consistiu em estabelecer técnicas adequadas para a produção de sementes e mudas florestais de *A. sellowiana*, bem como, avaliar os custos de produção e a rentabilidade econômica. Os objetivos específicos, serão contemplados em cinco capítulos, organizados do seguinte modo: Capítulo I – Descrever para *A. sellowiana*: a) a morfometria de frutos e sementes; b) a morfologia da germinação; c) o substrato mais adequado; d) o local de armazenamento de sementes e; e) a precificação do quilo de sementes; Capítulo II - Verificar o crescimento das mudas produzidas em viveiro; Capítulo III - Caracterizar a melhor lâmina de irrigação à produção de mudas; Capítulo IV - Avaliar os custos da produção de mudas frente a distintos volumes de substrato e adubações em viveiro, bem como as implicações de custo financeiro. Além disso, mensurar e ponderar os custos envolvidos no processo produtivo de mudas dispostas em diferentes lâminas de irrigação e Capítulo V - Avaliar a sobrevivência e o crescimento das mudas no campo. A avaliação morfométrica de frutos de *Acca sellowiana* permitiu estabelecer o momento exato de coleta e, a mensuração da biometria de sementes, as quais possuem dimensões médias, possibilitou conhecer as estratégias de perpetuação da espécie. Na germinação das sementes de *A. sellowiana* podem ser utilizados os substratos: sobre e entre vermiculita, sobre e entre papel mata-borrão, sobre e entre e filtro e, sobre areia. O armazenamento de sementes é viável em câmara seca e fria ou sala seca e fria com umidade relativa entre 49 e 55% e temperatura entre 7,5 e 18 °C, apesar da redução de cerca de 25% do potencial de germinação, após 2 anos de armazenamento. Deve haver maior investimento no armazenamento de sementes de *Acca sellowiana*, visando garantir a oferta de sementes em anos com possível sazonalidade de frutificação. Quanto à demanda em volume de substrato e de nutrientes, constatou-se a exigência da espécie, com melhor crescimento em recipiente do tipo tubete de 180 cm³ e fertilização de pronta liberação (NPK e micronutrientes) incrementada em 100%, associada a adubação de cobertura. Estudos com esse enfoque devem ser realizados em paralelo com a análise de custos e viabilidade econômica. A lâmina de irrigação fixa de 8 mm proporcionou adequado crescimento. Estudos envolvendo lâminas de irrigação podem embasar uma maior garantia no sucesso da produção de mudas em viveiro, com posterior acompanhamento a campo, cuja composição de custos deve ser conhecida e analisada financeiramente. O plantio a campo de mudas indicou que a espécie deve ser conduzida em maior volume de substrato (180 cm³) e ser plantada com altura superior a 20 cm. Em função da baixa taxa de sobrevivência do plantio, a condução deve ser realizada em outro local com condições diferenciadas em relação ao local de estudo, para que se retifique e/ou confirme a sobrevivência de plantas de *Acca sellowiana*.

Palavras-chave: Goiabeira-serrana. Armazenamento de sementes. Crescimento de mudas. Custos de produção. Viabilidade.

ABSTRACT

SEEDS, SEEDLINGS PRODUCTION AND CULTURE FIELD *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret: TECHNICAL AND ECONOMIC APPROACH

AUTHOR: THAÍSE DA SILVA TONETTO
ADVISER: MARISTELA MACHADO ARAUJO

A. sellowiana is a native species that is destined for multiple use, such as consumption of flowers and fruits *in natura* or processed, manufacture of moirões, firewood, charcoal, landscaping, reforestation, enrichment of degraded areas, still presenting pharmaceutical and medicinal properties. Thus, the general objective of this research was to establish adequate techniques for the production of *A. sellowiana* seeds and seedlings, as well as to evaluate production costs and economic profitability. The specific objectives will be considered in five chapters, organized as follows: Chapter I - Describe for *A. sellowiana*: a) the morphometry of fruits and seeds; b) the germination morphology; c) the most suitable substrate; d) the place of storage of seeds and; e) the price of the kilo of seeds; Chapter II - Verify the growth of seedlings produced in nurseries; Chapter III - Characterize the best irrigation blade for the production of seedlings; Chapter IV - Evaluate the costs of seedling production against different substrate volumes and nursery fertilizations, as well as the financial implications. In addition, to measure and to ponder the costs involved in the productive process of seedlings arranged in different irrigation slides and Chapter V - To evaluate the survival and the growth of the seedlings in the field. The morphometric evaluation of fruits of *Acca sellowiana* allowed to establish the exact moment of collection and the measurement of seed biometry, which have medium dimensions, made it possible to know the strategies for the species' perpetuation. In the germination of *A. sellowiana* seeds the substrates can be used: on and between vermiculite, on and between blotting paper, on and between and filter and, on sand. Seed storage is feasible in a dry and cold room or a dry and cold room with relative humidity between 49 and 55% and a temperature between 7.5 and 18 °C, despite the reduction of about 25% of the germination potential after 2 years of storage. There should be more investment in the storage of *Acca sellowiana* seeds, in order to guarantee the supply of seeds in years with possible seasonality of fruiting. Concerning the substrate and nutrient volume demand, the requirement of the species, with the best growth in a 180 cm³ container type receptacle and a fast release fertilizer (NPK and micronutrients) increased by 100%, was associated with cover fertilization. Studies with this approach should be carried out in parallel with cost analysis and economic feasibility. The 8 mm fixed irrigation blade provided adequate growth. Studies involving irrigation blades may provide a better guarantee of the successful production of seedlings in nurseries, with subsequent field monitoring, whose cost composition should be known and analyzed financially. Planting in the field of seedlings indicated that the species should be conducted in a larger volume of substrate (180 cm³) and planted with a height greater than 20 cm. Due to the low planting survival rate, the conduction must be carried out in another location with different conditions in relation to the study site, in order to correct and/or confirm the survival of *Acca sellowiana* plants.

Key-words: Goiabeira-serrana. Storage of seeds. Growth of seedlings. Production costs. Viability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Múltiplos usos da <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	31
Figura 2 – Eixos de simetria apical-basal e dorsi-ventral no sentido longitudinal (A) e, comprimento e espessura no sentido transversal (B) em sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret, barras de escala 1,00 e 2,00 mm, respectivamente. 74	
Figura 3 – Extração e beneficiamento de frutos de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret para obtenção de sementes, Santa Maria, RS	75
Figura 4 – Frequência e frequência acumulada da espessura (A), do comprimento (B), peso dos frutos (C), peso das sementes (D) e número de sementes (E) presentes nos frutos, eixo apical-basal (F) e eixo dorsi-ventral (G) nas sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	84
Figura 5 – Frequência e frequência acumulada da espessura (A) e do comprimento (B) nas sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	85
Figura 7 – Morfologia da germinação de plântulas normais de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	87
Figura 8 – Grau de umidade e condutividade elétrica (CE) nas sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret durante os meses de armazenamento, Santa Maria, RS	89
Figura 9 – Germinação (A), índice de velocidade de germinação - IVG (B), tempo médio de germinação - TMG (C), plântulas anormais (D), sementes mortas (E) e fungos associados as sementes (F e G) para <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret durante armazenamento sob diferentes condições, Santa Maria, RS	89
Figura 10 – Avaliação da uniformidade da irrigação nas linhas de irrigação, Santa Maria, RS	142
Figura 11 – Plantio de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret sob diferentes volumes de substrato e tamanho de plantas, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil	201
Figura 12 – Croqui do plantio homogêneo a campo de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret sob distintos volumes de substrato e tamanhos de planta, Santa Maria, RS	202
Figura 13 – Dados climáticos durante o plantio a campo de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	203

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos testes de vigor.....	35
Tabela 2 – Macro e micronutrientes, algumas funções sucintas, sintomas, mobilidade no substrato e na planta em espécies florestais nativas e, faixa de disponibilidade de pH	41
Tabela 3 – Interações positivas (+) e negativas (-) mais comuns entre nutrientes em plantas cultivadas	42
Tabela 4 – Custo médio de produção e preço de mudas nativas vendidas a atacado e varejo nas diferentes regiões do Brasil	51
Tabela 5 – Teste de substrato à germinação de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret.....	77
Tabela 6 – Locais de armazenamento das sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	79
Tabela 7 - Morfometria de frutos de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	83
Tabela 8 – Morfometria de sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	85
Tabela 9 – Plântulas normais (G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), plântulas anormais (AN) e sementes mortas (M) para <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret em diferentes substratos no teste de germinação no tempo zero, Santa Maria, RS	86
Tabela 10 - Fungos associados às sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret no tempo zero, Santa Maria, RS	87
Tabela 11 – Peso de mil sementes (PMS), desvio-padrão (S), coeficiente de variação (CV) das sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret sob diferentes condições de armazenamento, Santa Maria, RS.....	88
Tabela 12 – Grau de umidade e condutividade elétrica nas sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret sob diferentes condições no decorrer dos 24 meses de armazenamento, Santa Maria, RS	89
Tabela 13 – Fungos associados às sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret sob diferentes condições de armazenamento, Santa Maria, RS.....	91
Tabela 14 - Altura e diâmetro do coleto de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret em função dos volumes de substrato e adubações aos 180 dias após o semeio em viveiro, Santa Maria, RS.....	119
Tabela 15 – Massa seca do caule, folhas, aérea, radicular e total (MSC, MSF, MSA, MSR e, MST, respectivamente), relação MSA/MSR, índice de qualidade de Dickson (IQD), volume e comprimento radicular (VR e CR, respectivamente), área foliar (AF), teor de clorofila a, b, total (Chl a, b e total), relação Chl a/Chl b, carotenoides (Car), eficiência fotoquímica do fotossistema II (Fv/Fm) e taxa de transporte de elétrons (ETR) em mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret em função dos volumes de substrato e adubações aos 180 dias após o semeio em viveiro, Santa Maria, RS	120
Tabela 16 - Matriz de correlação de Pearson (r) dos parâmetros morfológicos e fisiológicos das mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret produzidas em função dos volumes de substrato e adubações aos 180 dias após o semeio em viveiro, Santa Maria, RS	123
Tabela 17 - Classificação do desempenho das lâminas de irrigação em função do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC)	143
Tabela 18 – Distribuição das lâminas, horários e duração de cada aplicação das irrigações em mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret, Santa Maria, RS	144
Tabela 19 – Características médias das mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret no tempo zero quando foram submetidas as lâminas de irrigação, Santa Maria, RS	144
Tabela 20 – Lâminas efetivas aplicadas na produção de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret, Santa Maria, RS.....	145

Tabela 21 – Altura (H), diâmetro do coleto (DC), volume e comprimento radicular (VR e CR, respectivamente), fluorescência inicial (F0), eficiência fotoquímica do fotossistema II (Fv/Fm) de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret nas diferentes lâminas de irrigação após 90 dias de instalação do teste em viveiro, Santa Maria, RS ...	149
Tabela 22 – Potencial hídrico foliar ($\Psi_{\text{Hídrico}}$) das diferentes lâminas avaliado na antemanhã e ao meio-dia em mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret nas diferentes lâminas de irrigação após 90 dias de instalação do teste em viveiro, Santa Maria, RS ...	150
Tabela 23 – Umidade do substrato de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret nas lâminas de irrigação e nos períodos de avaliação durante o dia, após 90 dias de instalação do teste em viveiro, Santa Maria, RS	151
Tabela 24 – Matriz de correlação de Pearson (r) dos parâmetros morfológicos e fisiológicos das mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret produzidas em função das lâminas de irrigação aos 90 dias após a instalação do teste em viveiro, Santa Maria, RS....	151
Tabela 25 – Lâminas efetivas aplicadas na produção de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret, Santa Maria, RS	174
Tabela 26 – Produtos, unidades e valores considerados na constituição dos cálculos dos custos das mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	174
Tabela 27 – Características médias das mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret conduzidas ao plantio a campo com distintos volumes de substrato (VS) e tamanhos de plantas (TP), Santa Maria, RS	200
Tabela 28 – Sobrevivência (SOB) de mudas a campo de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret em função do volume de substrato (VS), do tamanho de planta (TP) e do tempo, Santa Maria, RS	207
Tabela 29 – Altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação H/DC de mudas a campo de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret em função do volume de substrato (VS), Santa Maria, RS.....	207
Tabela 30 – Altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação H/DC de mudas a campo de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret em função do tamanho de planta e do tempo, Santa Maria, RS	208
Tabela 31 – Teor de clorofila <i>a</i> (<i>Chl a</i>), clorofila <i>b</i> (<i>Chl b</i>), clorofila total (<i>Chl total</i>), <i>Chl a/Chl b</i> e carotenoides (<i>Car</i>), fluorescência inicial (F0), fluorescência máxima (Fm) e, eficiência fotoquímica do fotossistema II (Fv/Fm) de mudas a campo de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret em função do volume de substrato (VS), Santa Maria, RS.....	209
Tabela 32 – Teor de clorofila <i>a</i> (<i>Chl a</i>), clorofila <i>b</i> (<i>Chl b</i>), clorofila total (<i>Chl total</i>), <i>Chl a/Chl b</i> e carotenoides (<i>Car</i>), fluorescência inicial (F0), fluorescência máxima (Fm) e, eficiência fotoquímica do fotossistema II (Fv/Fm) de mudas a campo de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret em função do tamanho de planta (TP), Santa Maria, RS.....	209
Tabela 33 – Taxa de transporte de elétrons (ETR) e rendimento quântico do fotossistema II (YII) de mudas a campo de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret em função do volume de substrato (VS) e do tamanho de planta (TP), Santa Maria, RS.....	210

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 – Classificação, tolerância ao dessecamento, teor de água, temperatura, tempo e umidade do ambiente de armazenamento das sementes..... 36
- Quadro 2 – Adubações utilizadas na produção de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret utilizada em recipientes de 110 e 180 cm³ 114
- Quadro 3 - Resumo dos parâmetros morfológicos e fisiológicos das mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em função dos distintos volumes de substrato e adubações aos 180 dias após o semeio em viveiro, Santa Maria, RS..... 121
- Quadro 4 – Adubações utilizadas na produção de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret 172
- Quadro 5 - Motobombas, sendo a potência, as horas e o número de dias utilizados por mês, consumo de energia, custo do quilowatt por hora e da energia elétrica por setor na produção de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em viveiro nos Experimentos I e II 176
- Quadro 6 - Depreciação linear (DL) anual e semestral das motobombas utilizadas na produção em viveiro de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret, preço inicial e a vida útil..... 177
- Quadro 7 – Custo variável (CV), custo fixo (CF) e suas respectivas contribuições percentuais sobre o custo total (CT), custo médio unitário (c_{me}), custo variável unitário (cv), custo fixo unitário (cf), preço de venda (p), margem de contribuição (MC), ponto de equilíbrio em unidades produzidas e monetário (PE_q e $PE_{R\$}$), valor de comercialização (VC), razão benefício-custo (B/C) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em função dos volumes de substrato (VS) e adubações (A) aos 180 dias após o semeio em viveiro, Santa Maria, RS 181
- Quadro 8 – Custo variável (CV), custo fixo (CF) e suas respectivas contribuições percentuais sobre o custo total (CT), custo médio unitário (c_{me}), custo variável unitário (cv), custo fixo unitário (cf), preço de venda (p), margem de contribuição (MC), ponto de equilíbrio em unidades produzidas e monetário (PE_q e $PE_{R\$}$), valor de comercialização (VC), razão benefício-custo (B/C) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em distintas lâminas de irrigação aos 150 dias após o semeio em viveiro, Santa Maria, RS 182

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Análise de variância (Quadrado médio) para germinação no tempo zero de sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	223
Apêndice B - Análise de variância (Quadrado médio) para grau de umidade e condutividade elétrica no armazenamento de sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret ..	223
Apêndice C - Análise de variância (Quadrado médio) para germinação no armazenamento de sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	224
Apêndice D - Análise de variância (Quadrado médio) para sanidade no armazenamento de sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	224
Apêndice E – Continua análise de variância (Quadrado médio) sanidade no armazenamento de sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	224
Apêndice F - Precificação da coleta e do manejo do quilo das sementes de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	225
Apêndice G – Atributos químicos e físicos das distintas adubações de base incorporadas ao substrato à produção de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret, Santa Maria, RS	226
Apêndice H – Análise de variância (Quadrado médio) de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret produzidas em viveiro sob distintos volumes de substrato e adubação....	226
Apêndice I – Continuação análise de variância (Quadrado médio) de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret produzidas em viveiro sob distintos volumes de substrato e adubação	227
Apêndice J – Análise de variância (Quadrado médio) de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret produzidas em viveiro sob distintas lâminas de irrigação	227
Apêndice K – Continuação análise de variância (Quadrado médio) de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret produzidas em viveiro sob distintas lâminas de irrigação	227
Apêndice L – Sobrevivência (Sob), número de folhas (NF), relação H/DC, massa seca folhas, caule, aérea, radicular e total (MSF, MSC, MSA, MSR e MST, respectivamente), relação MSA/MSR, índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF), Índice de clorofila Falker a e b (ICF a e ICF b, respectivamente), eficiência fotoquímica do fotossistema II (Fv/Fm) e taxa de transporte de elétrons (ETR) de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret em viveiro após 90 dias de instalação do teste de irrigação, Santa Maria, RS.....	228
Apêndice M – Continuação análise de variância (Quadrado médio) de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret produzidas em viveiro sob distintas lâminas de irrigação	228
Apêndice N - Análise de solo	229
Apêndice O - Atributos do solo destinado ao plantio a campo de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret sob diferentes tamanhos de plantas e volumes de substrato, Santa Maria, RS.....	229
Apêndice P – Análise de variância (Quadrado médio) de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret conduzidas a campo sob distintos volumes de substrato e tamanho de planta	230
Apêndice Q – Continuação análise de variância (Quadrado médio) de mudas de <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret conduzidas a campo sob distintos volumes de substrato e tamanho de planta	231

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	27
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
2.1 A espécie <i>Acca sellowiana</i>	29
2.2 Análise de sementes.....	32
2.2.1 <i>Qualidade física, fisiológica e sanitária</i>	33
2.2.2 <i>Armazenamento</i>	35
2.3 Produção de mudas	37
2.3.1 <i>Substrato e adubação</i>	38
2.4 A importância da água na irrigação	43
2.5 Qualidade de mudas e cultivo a campo	46
2.6 Análise econômica.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
CAPÍTULO I – TECNOLOGIA E PRECIFICAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	67
RESUMO	67
ABSTRACT	69
1 INTRODUÇÃO	71
2 MATERIAL E MÉTODOS	73
2.1 Coleta, morfometria, extração, beneficiamento de sementes e local de pesquisa.....	73
2.2 Experimento 1 – Caracterização inicial do lote de sementes e morfologia de <i>A. sellowiana</i>	75
2.2.1 <i>Peso de mil sementes e grau de umidade</i>	76
2.2.2 <i>Condutividade elétrica massal das sementes para o tempo zero</i>	76
2.3 Experimento 2 – Teste de armazenamento das sementes de <i>A. sellowiana</i>	79
2.4 Precificação da coleta e do manejo do quilo das sementes	79
2.5 Delineamento e análise estatística	80
3 RESULTADOS	83
3.1 Morfometria de frutos e sementes de <i>Acca sellowiana</i>	83
3.2 Caracterização inicial do lote de sementes e morfologia de <i>A. sellowiana</i>	85
3.3 Armazenamento de sementes de <i>A. sellowiana</i>	88
3.4 Precificação do quilo de sementes de <i>A. sellowiana</i>	92
4 DISCUSSÃO	93
4.1 Morfometria de frutos e sementes de <i>A. sellowiana</i>	93
4.2 Caracterização inicial do lote de sementes de <i>A. sellowiana</i>	94
4.3 Armazenamento das sementes de <i>A. sellowiana</i>	95
4.4 Precificação do quilo de sementes de <i>A. sellowiana</i>	98
5 CONCLUSÃO	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
CAPÍTULO II – MUDAS DE <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret SÃO EXIGENTES QUANTO AO VOLUME DE SUBSTRATO E ADUBAÇÃO	107
RESUMO	107
ABSTRACT	109
1 INTRODUÇÃO	111
2 MATERIAL E MÉTODOS	113
2.1 Local de estudo, montagem e condução do experimento.....	113
2.2 Delineamento experimental e análise estatística	117
3 RESULTADOS	119

4 DISCUSSÃO	125
5 CONCLUSÃO	129
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
CAPÍTULO III – LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret	135
RESUMO	135
ABSTRACT	137
1 INTRODUÇÃO	139
2 MATERIAL E MÉTODOS	141
2.1 Lâmina de irrigação	142
2.2 Instalação do teste de lâmina de irrigação	144
2.3 Parâmetros morfológicos e fisiológicos	145
2.4 Delineamento e análise estatística.....	147
3 RESULTADOS	149
4 DISCUSSÃO	153
5 CONCLUSÃO	157
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
CAPÍTULO IV – ANÁLISE DOS CUSTOS E PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret E O RETORNO FINANCEIRO	165
RESUMO	165
ABSTRACT	167
1 INTRODUÇÃO	169
2 MATERIAL E MÉTODOS	171
2.1 Montagem experimento I - <i>Acca sellowiana</i> em distintos volumes de substrato e adubação de base.....	171
2.2 Montagem experimento II - <i>Acca sellowiana</i> sob diferentes lâminas de irrigação	173
2.2 Análise da viabilidade financeira e econômica	174
3 RESULTADOS	179
4 DISCUSSÃO	183
5 CONCLUSÃO	187
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	189
CAPÍTULO V – RESPOSTAS DE MUDAS DE <i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret NO PLANTIO A CAMPO	193
RESUMO	193
ABSTRACT	195
1 INTRODUÇÃO	197
2 MATERIAL E MÉTODOS	199
2.1 Local do estudo	199
2.2 Etapas pré-plantio	199
2.3 Plantio e condução das mudas a campo	200
2.4 Parâmetros morfológicos	203
2.5 Parâmetros fisiológicos	204
2.6 Delineamento e análise estatística.....	205
3 RESULTADOS	207
4 DISCUSSÃO	211
5 CONCLUSÃO	215
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	217
CONSIDERAÇÕES FINAIS	221
APÊNDICES	223
Apêndices Capítulo I.....	223

Apêndices Capítulo II.....	226
Apêndices Capítulo III.....	227
Apêndices Capítulo V.....	229

1 INTRODUÇÃO GERAL

O meio ambiente conservado beneficia direta e indiretamente os seres vivos em termos de bens e serviços. Desse modo, a busca por novos conhecimentos que possibilitem a redução do impacto do homem sobre a natureza possui importância frente aos danos causados ao meio que o cerca.

A restauração florestal, a recuperação de áreas degradadas, bem como plantios comerciais requerem sementes de espécies florestais nativas, cuja qualidade deve ser assegurada e respaldada especialmente por estudos científicos. Nesse intuito, há a necessidade de pesquisas voltadas à qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes, bem como estabelecer qual o armazenamento adequado às mesmas, visando à produção de mudas com superioridade em períodos em que não ocorre a dispersão natural de diásporos. Desse modo, o conhecimento sobre a germinação e desenvolvimento de plantas é indispensável para projetos de reflorestamento com espécies florestais nativas.

A *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret é uma espécie nativa que se destina ao uso múltiplo, possui potencial comercial por se tratar de uma frutífera, podendo suas flores e frutos serem consumidos *in natura* ou processados, empregada também na fabricação de moirões, como lenha e carvão. *A. sellowiana* é indicada para o paisagismo, o reflorestamento e o enriquecimento de áreas degradadas, em função de ser uma árvoreta ornamental, além servir de atrativo e fonte de alimento para a fauna. Ainda apresenta propriedades farmacêuticas e medicinais, pois pode ser utilizada como antibactericida, antioxidante, antialérgica, auxiliar do sistema imunológico em processos inflamatórios, além de tratar alguns tipos de câncer.

O entendimento sobre a morfometria de frutos e sementes possui grande valor científico, pois visa corroborar o uso e a futura exploração da espécie. Contudo, a coleta em ambientes silvestres, está associada a ação de patógenos nas sementes, proporcionando a redução da taxa de germinação, sendo necessária a verificação sanitária das sementes. Além disso, tem-se a dificuldade de estocar as sementes por longos períodos e, a sazonalidade de produção, que é outro aspecto intrínseco às espécies florestais, cujas características podem ser limitantes à perpetuação da espécie frente às atividades humanas. Paralelamente, há a necessidade de identificar os insumos adequados à produção de mudas de qualidade, dentre os quais estão: recipiente, fertilização, exigência hídrica e nutricional, visando o uso racional dos recursos. A importância de reconhecer a melhor qualidade de mudas é devido à escassez dos insumos frente às necessidades, que conseqüentemente, possuem uso limitado.

As metodologias sobre a produção de mudas florestais nativas no Brasil estão ganhando maior enfoque, uma vez que, primeiramente, foram baseados em arbóreas de maior interesse econômico (*Pinus*, *Eucalyptus*, *Acacia*, entre outras). Contudo, devido a peculiaridade das nativas, foi-se delineando o cultivo, ajustando-o conforme as exigências dessas espécies, o que justifica pesquisas dessa natureza.

A obtenção de informações sobre o crescimento de plantas em relação à demanda nutricional é indispensável do ponto de vista da produção de mudas. Visto que, o excesso ou a falta de determinados elementos pode acarretar em danos tanto do desenvolvimento morfológico, como também no aspecto fisiológico. Portanto, compreender o comportamento das sementes florestais nativas possui grande valor do ponto de vista da reprodução no tempo, possibilitando seu uso na produção de mudas, que tem seu crescimento regulado por processos metabólicos inerentes às plantas. Dessa forma, visando o uso das espécies florestais nativas em projetos de reflorestamento e de restauração, devem-se analisar os custos envolvidos no processo produtivo, os quais devem ser reduzidos, sem perda de qualidade da muda, uma vez que ambos são fatores determinantes à implantação.

Devido a importância da espécie *A. sellowiana* em diversos cenários, existe a necessidade de pesquisas que esclareçam a produção de sementes e mudas com qualidade, visando à utilização dessa em maior escala. Além disso, informações econômicas e financeiras vem a somar junto a projetos de produção, pois propiciam estabelecer a relação benefício-custo.

Desse modo, o objetivo geral desta pesquisa consiste em estabelecer técnicas adequadas para a produção de sementes e mudas florestais de *A. sellowiana*, bem como, avaliar os custos de produção e a rentabilidade econômica. Os objetivos específicos, serão contemplados em cinco capítulos, do seguinte modo:

Capítulo I – Descrever para *A. sellowiana*: a) a morfometria de frutos e sementes; b) a morfologia da germinação; c) o substrato mais adequado; d) o local de armazenamento de sementes e; e) a precificação do quilo de sementes.

Capítulo II - Avaliar o crescimento das mudas produzidas em viveiro.

Capítulo III - Estabelecer a melhor lâmina de irrigação à produção de mudas.

Capítulo IV - Avaliar os custos da produção de mudas frente distintos volumes de substrato e adubações em viveiro e, a implicação financeira. Além disso, mensurar e ponderar os custos envolvidos no processo produtivo em diferentes lâminas de irrigação.

Capítulo V – Avaliar a sobrevivência e o crescimento das mudas no campo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A espécie *Acca sellowiana*

Acca sellowiana (O. Berg) Burret (sinonímia botânica: *Feijoa sellowiana* O. Berg) pertence à família Myrtaceae, é conhecida popularmente por goiabeira-serrana, goiabeira-do-campo, goiabeira-ananás, araçá-do-rio-grande, entre outros nomes. A espécie se distribui no Uruguai, Argentina e Brasil (no Norte e também na região central do Rio Grande do Sul até o Paraná) nas formações abertas de altitude (LORENZI, 2002), sendo encontrada também na região central do Rio Grande do Sul. A espécie nativa é pioneira, heliófita e seletiva higrófito, sendo uma árvore característica e exclusiva da zona dos campos, dos pinhais do planalto meridional e do escudo rio-grandense, ocorrendo preferencialmente nas orlas ou no interior dos capões, bem como nas florestas secundárias (pouco desenvolvidas) (REITZ; KLEIN; ASSIS, 1983). A espécie possui distribuição esparsa sem formar agrupamentos. A espécie ocorre em áreas com altitudes distintas de 5 até 2.000 m, tolerando temperaturas de até -10 °C e sensível a temperaturas muito elevadas (verão) (MANICA, 2002; SANTOS et al., 2011).

A goiabeira-serrana é uma pequena árvore perenifólia com até 5 m de altura, com fuste curto de até 20 cm de diâmetro (BACKES; IRGANG, 2009). A casca é parda descamante, as folhas são opostas, simples, discolores (verdes na face adaxial e branco-tomentosas na face abaxial), as flores são tetrâmeras e carnosas (Figura 1A) e, o fruto é do tipo baga, ovalado, verde de até 6 cm de comprimento (Figura 1B).

O fruto de goiabeira-serrana é apreciado por grande parte da população que a conhece, mas sua produção é baixa, pois seus frutos são infestados pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, causador da antracnose (MANICA, 2002). Não havendo produto registrado para o controle desse fungo à espécie.

A floração da espécie na região de ocorrência natural varia de setembro a novembro, com frutificação de janeiro a março, os frutos devem ser colhidos diretamente na árvore, sendo despulpados manualmente em água corrente, posteriormente, separando as sementes (pequenas e numerosas) dos resíduos (LORENZI, 2002). *A. sellowiana* possui sementes fotoblásticas positivas (percentual de germinação na luz mais que o dobro do percentual no escuro) ou fotoblásticas positivas relativas (percentuais de germinação mais altos na luz) (SANTOS; GUIFERREIRA; ÁQUILA, 2004), sendo a germinação considerada lenta (BACKES; IRGANG,

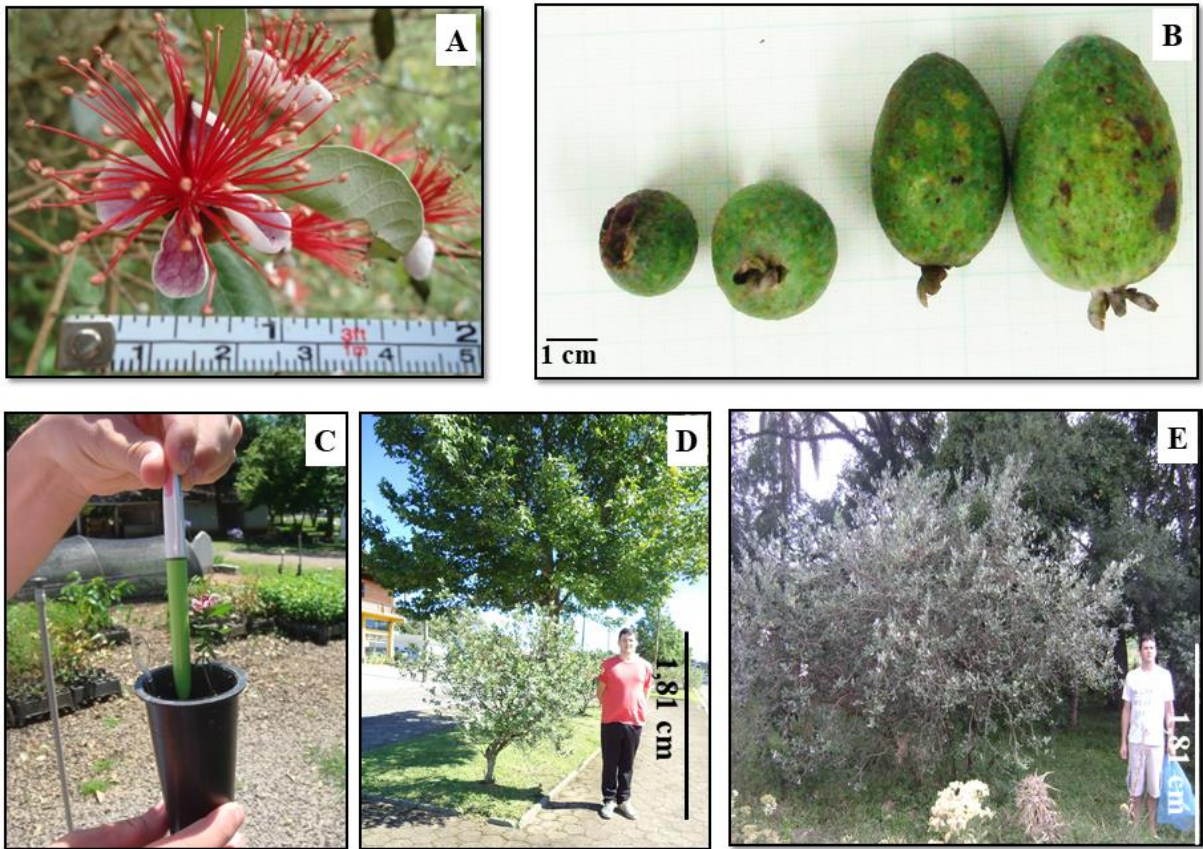
2009).

Nas instruções para análise de sementes florestais, o número de sementes de *A. sellowiana* por quilograma é de 250.000-416.000, os substratos recomendados à germinação são entre vermiculita e rolo de papel, em temperatura constante (20 °C) ou alternada (20-30 °C), com primeira e última contagem aos 15 e 40 dias após a instalação do teste (BRASIL, 2013). Gomes et al. (2013) estudando a classificação fisiológica de sementes de *A. sellowiana*, submeteram à secagem até 12% e 5% de teor de água, e após, ao armazenamento durante 90 dias, em refrigerador a 8°C. Então, constatou-se que para sementes recém-colhidas e armazenadas por 30 e 90 dias, a redução do grau de umidade não influenciou na qualidade de plântulas de *A. sellowiana*, contudo, aos 60 dias, o tratamento controle apresentou germinação superior aos demais. Apesar do detalhamento da pesquisa, o tempo de armazenamento foi curto, impedindo indicadores capazes de inferir sobre a aptidão da espécie admitir conservação das sementes na entre safra. A semeadura deve ser imediata em canteiros, sendo observada a germinação entre 30 e 50 dias (Figura 1C), com mudas aptas ao plantio entre seis e sete meses, pois seu crescimento é lento (REITZ; KLEIN; ASSIS, 1983; BACKES; IRGANG, 2009), atingindo no campo tamanho máximo (5 m de altura) entre 4 e 5 anos (LORENZI, 2002).

Quanto aos usos da espécie, pode-se consumir suas pétalas e frutos *in natura* ou na forma de geleias e goiabadas, a pequenas obras em função que sua madeira possui densidade médio-pesada (750 kg m⁻³) e por isso pode ser destinada à fabricação de moirões, lenha e carvão (DUCROQUET; HICKEL; NODARI, 2000; BACKES; IRGANG, 2009). A goiabeira-serrana tem suas flores e frutos muito apreciados pela avifauna e por outros animais, indica-se ainda seu emprego para o enriquecimento de áreas degradadas (REITZ; KLEIN; ASSIS, 1983; LORENZI, 2002). Além disso, as plantas são usadas para fins medicinais (auxilia no tratamento anti-inflamatório, antialérgico e, anticancerígeno), farmacológicos (atividade bactericida e antioxidante), resina e óleo, no paisagismo devido sua beleza cênica (Figura 1D) e na recuperação e enriquecimento de áreas degradadas (Figura 1E) (LORENZI, 2002; MANICA, 2002; SANTOS et al., 2011).

A espécie, dentre as fruteiras nativas com aptidão para a exploração comercial, apresenta grande destaque, contudo, é utilizada no Brasil, em caráter doméstico e extrativo (DEGENHARDT et al., 2003). Há poucos pomares comerciais, além de plantas isoladas nos quintais de residências na região de ocorrência natural, que são oriundos de mudas feitas a partir de sementes.

Figura 1 – Múltiplos usos da *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret



Fonte: Tonetto (2014, 2015, 2016)

A = flor, suas pétalas são comestíveis; B = frutos podem ser consumidos *in natura* ou na composição de sucos, geleias, licores e compotas; C = plântula aos 90 dias após a sementeira em viveiro, com formação precoce de flor; D = uso paisagístico na arborização urbana no município de São Francisco de Paula, RS; E = população natural no município de Santa Maria, RS. Fonte: Tonetto (2014, 2015, 2016).

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/SC) na década de 80, juntamente com a Universidade Federal de Santa Catarina, iniciaram estudos com a espécie sobre cultura *in vitro*, embriogênese e marcadores moleculares, estabelecimento de banco de germoplasma (BAG) e avaliações de populações F1 (DEGENHARDT et al., 2001; DEGENHARDT et al., 2002; DEGENHARDT et al., 2003). Esses estudos visaram a domesticação e cultivo comercial da espécie.

Na região Sul do Brasil existem alguns pomares comerciais de *A. sellowiana*, com extensão variando de um a dois hectares, situados nas regiões mais frias e, na Serra da Mantiqueira (MANICA, 2002). No Rio Grande do Sul, existe somente um local de cultivo de dois hectares em Farroupilha, o qual teve mudas provenientes do Chile, que produz frutos de adequada qualidade. Além disso, a *A. sellowiana* é indicada para a recuperação de áreas degradadas (estágio inicial a médio) em Floresta Ombrófila Mista adjuntas a cursos d'água,

sendo peculiar em borda de mato (GLUFKE, 1999). A espécie pode ser utilizada na recuperação de áreas, pois seus frutos servem de alimento à fauna.

A. sellowiana é cultivada na Nova Zelândia e Colômbia com material genético proveniente do Uruguai (AMARANTE; SANTOS, 2011). Especialmente na Nova Zelândia, a espécie é plantada por 235 produtores, ocupando uma área de 217 hectares com produção média de 950 toneladas de fruto por safra (THORP; BIELESKI, 2002). No Brasil ainda se explora pouco a comercialização do fruto, contudo, testes de degustação demonstraram a boa aceitação do produto nos quesitos sabor e aroma (BARNI et al., 2004), sendo encontrado em lojas especializadas nas principais capitais do país (DUCROQUET; HICKEL; NODARI, 2000).

O cultivo de *A. sellowiana* pode ser realizado em diferentes solos (arenosos, sílico-argilosos e argilosos), com pH entre 6,0 e 6,5 (MANICA, 2002). A espécie é tolerante a geadas, sendo sensível a temperaturas muito elevadas e baixa umidade relativa do ar. Conforme Backes e Irgang (2009) a goiabeira-serrana é cultivada comercialmente como frutífera em muitos países, sendo um produto exportado pelo Uruguai, com diversos cultivares.

2.2 Análise de sementes

A análise de sementes teve sua origem pela necessidade de regulamentar o comércio de diásporos, além das funções de avaliar e definir padrões, detectar fraudes, bem como gerar informações à elaboração de leis (LIMA JUNIOR et al., 2011). Assim, esses definem que para se conhecer a qualidade real de um lote de sementes, realizam-se as análises física, fisiológica e sanitária, sendo possível também estabelecer as peculiaridades inerentes de cada espécie.

Os procedimentos relativos às análises de sementes estão descritos nas Regras de Análise de sementes (RAS) e no Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009a; BRASIL, 2009b). Além, das Instruções Normativas 35/2011, 26/2012, 17/2017¹ (BRASIL, 2011; BRASIL, 2012; BRASIL, 2017) e, das Instruções para Análise de Sementes Florestais, conhecida também por RAS florestal (BRASIL, 2013).

¹Revogou a IN MAPA nº 56, de 8 de dezembro de 2011, e IN nº 39, de 21 de dezembro de 2012.

2.2.1 Qualidade física, fisiológica e sanitária

A partir do beneficiamento das sementes, essas devem ser homogeneizadas, a fim de compor o lote, a partir do qual serão realizados testes referentes, principalmente, à qualidade física e fisiológica (LIMA JUNIOR et al., 2011). A partir do lote devem ser retiradas amostras de sementes destinadas às análises de pureza física, grau de umidade e peso de mil sementes.

A qualidade fisiológica de um lote de sementes está relacionada ao entendimento de fatores que influenciam a germinação, os quais são importantes não apenas sob a ótica da tecnologia de sementes, mas também sob o ponto de vista ecofisiológico (FIGLIOLIA; AGUIAR; SILVA, 2009). Deste modo, o teste de germinação tem como objetivo obter informações sobre a qualidade das sementes, visando à produção de mudas, e o fornecimento de dados que possam ser utilizados, juntamente com outras informações, para comparar diferentes lotes (MEDEIROS; ABREU, 2005).

Nas RAS são indicadas as condições ideais de temperatura, substrato, aeração e umidade para os testes de germinação de várias espécies (BRASIL, 2009a). Na RAS a semente é considerada germinada quando apresenta as estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis (BRASIL, 2013). O teste de germinação possibilita conhecer o índice de velocidade de germinação (IVG). O IVG significa que quanto mais rápido for o processo germinativo, maior será a expressão de vigor da semente (MAGUIRE, 1962), nesse caso geralmente, tomando como base a avaliação da emissão da radícula e não a formação da plântula normal. Além disso, O IVG permite a compreensão da fisiologia da germinação de sementes (SHIMONO; WASHITANI, 2004).

A condutividade elétrica também avalia o progresso de deterioração das sementes, o qual se inicia com a redução da fluidez das membranas celulares, tornando-as permeáveis à água, o que possibilita que o conteúdo celular passe à solução, elevando a leitura aferida e, confirmando a perda de vigor (COPELAND; MCDONALD, 1995). A realização de testes de vigor, durante o armazenamento, regularmente é importante, uma vez que as sementes perdem a capacidade germinativa ao longo do tempo (KIM; HAN; SONG, 2011).

O teste de condutividade elétrica (CE) é reconhecido como um dos melhores à avaliação da perda de integridade da membrana celular, mensurada pela concentração de eletrólitos liberados durante a embebição (KIM; HAN; SONG, 2011). O dano à integridade da membrana celular é considerado, como um dos principais eventos fisiológicos do processo de deterioração das sementes (MATTHEWS; POWELL, 2006).

A perda de eletrólitos (constituintes inorgânicos) em sementes está mais estreitamente correlacionada com o vigor das sementes (RODRIGUES-JUNIOR et al., 2015). O potássio é o principal íon lixiviado por sementes durante a embebição, seguido de sódio e cálcio, os quais podem ser usados como um indicador da integridade da membrana celular em milho (MIGUEL; MARCOS FILHO, 2002). Além disso, existe forte relação positiva entre a razão K^+/Na^+ na germinação da soja, por exemplo (CHENG et al., 2005).

As análises sanitárias de sementes se destinam a avaliação dos patógenos, bem como elucidar a avaliação das plântulas e as possíveis causas de uma baixa germinação e vigor (BRASIL, 2009a). Conforme Brasil (2009b) as sementes podem conter microrganismos ou agentes patogênicos de todos os grupos taxonômicos, causadores ou não de doenças, os quais podem ser agrupados em organismos de campo e de armazenamento, predominando gêneros de fungos fitopatogênicos e, outros que deterioram as sementes, respectivamente.

A infecção de sementes de espécies florestais por patógenos pode ocorrer tanto naturalmente, no seu local de produção, sobretudo, na floração, formação das sementes, como também na colheita e beneficiamento, tendo como consequência a diminuição na germinação e transmissão às mudas produzidas (JACCOUD-FILHO; DABUL, 2011). A observação e, a identificação das características morfológicas de cada patógeno deve ser feita após um período de incubação de 7 a 10 dias sobre papel filtro (*blotter test*) a 20 ± 2 °C, em câmaras com fotoperíodo de 12 horas (BRASIL, 2009a).

Além dos testes previamente mencionados existem outros que também visam estimar a qualidade (vigor) de um lote de sementes, podendo ser classificados em físicos, fisiológicos, bioquímicos e de resistência (KRZYNANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999). Os mesmos autores ainda relatam que esses podem ser obtidos de maneira indireta (envelhecimento acelerado, primeira contagem, tetrazólio, crescimento de plântula, dentre outros), ou de forma direta (teste de frio, velocidade de emergência de plântulas, peso da matéria seca e, outros) (Tabela 1).

Silva et al. (2013) por meio da análise das imagens radiográficas de sementes de *Acca sellowiana* mensuraram as áreas internas livres, assim como a determinação da relação entre estas e a germinação. Esses autores ainda afirmaram que danos internos, que afetam a germinação das sementes, são detectados por meio de testes de raios X.

Tabela 1 – Classificação dos testes de vigor

Classificação	Teste	Descrição
Físicos	-Tamanho das sementes -Peso unitário das sementes -Densidade das sementes -Coloração de sementes -Raios-X	Avaliam aspectos morfológicos ou características físicas das sementes
Fisiológicos	-Vigor de plântula -Primeira contagem -Velocidade de germinação -Transferência de matéria seca -Teste de exaustão -Crescimento de plântula	Determinam as atividades fisiológicas específicas
Bioquímicos	-Respiração -Atividade da descarboxilase do ácido glutâmico (ADAG) -Tetrazólio -Condutividade elétrica -Lixiviação de potássio -Aldeídos voláteis -Ácidos graxos livres	Avaliam alterações bioquímicas associadas ao vigor
Resistência	-Germinação a baixas temperaturas -Imersão em água quente -Submersão -Imersão em solução osmótica -Imersão em soluções tóxicas -Tijolo moído -Envelhecimento acelerado -Frio	Avaliam o desempenho de sementes expostas a estresse

Fonte: Krzyzanowski; Vieira; França Neto (1999)

2.2.2 Armazenamento

A conservação de sementes deve levar em conta a maturidade fisiológica, pois após esse período se inicia o processo de deterioração, o qual compromete a qualidade fisiológica, sobretudo, se essas não forem armazenadas corretamente (SILVA; FERRAZ, 2015). Além disso, deve-se conhecer a classificação fisiológica das sementes de espécies florestais nativas brasileiras quanto à capacidade de armazenamento, a qual permite a adoção de condições de estocagem adequadas (PINHO et al., 2009) (Quadro 1).

As sementes recalcitrantes, preferencialmente, devem ser utilizadas imediatamente no viveiro (FONSECA; FREIRE, 2003). Os autores ainda tratam de outra categoria intitulada sementes subortodoxas, que podem ser armazenadas sob as mesmas condições das ortodoxas, contudo, perdem a viabilidade após certo período de tempo.

Caso as sementes não sejam utilizadas logo após a coleta, essas devem ser armazenadas para uso futuro em função da sazonalidade de produção (FOWLER, 2000). Segundo o mesmo autor, em função disso há a necessidade de se manter o potencial de germinação das sementes armazenadas, minimizando-se a velocidade de deterioração, visto que cada espécie possui diferenças no período de estocagem.

Quadro 1 – Classificação, tolerância ao dessecamento, teor de água, temperatura, tempo e umidade do ambiente de armazenamento das sementes

Classificação	Tolerância ao dessecamento	Teor de água (%)	Armazenamento		Umidade relativa do ambiente de armazenamento (%)
			Temperatura	Tempo	
Ortodoxas	Toleram	5 a 10	Até -18 °C	Longo	45
Intermediárias	Toleram menos que as ortodoxas e mais que as recalcitrantes	9 a 12	- Zonas tropicais: 10 a 15 °C - Zonas temperadas: 5 a 10 °C	Médio	-
Recalcitrantes	Não toleram	-	Não suportam baixas temperaturas	Curto	98-99

Fonte: Hong; Ellis (2003); Silva e Ferraz (2015)

Devido à falta de conhecimento das condições ideais para o armazenamento de sementes, torna-se difícil manter a viabilidade por longos períodos, devido a ocorrência natural do processo de envelhecimento após a dispersão (FERREIRA et al., 2004). O entendimento sobre a germinação de sementes permite, também, entender sobre a fisiologia e, verificar o efeito do armazenamento sobre a qualidade dos diásporos (BASKIN; BASKIN, 2014). A longevidade das sementes é variável de acordo com o genótipo, mas o período de conservação do potencial fisiológico depende, em grande parte, do teor de água e das condições do ambiente de armazenamento (MARCOS FILHO, 2015).

Durante o armazenamento a conservação das sementes também é influenciada por outros fatores: qualidade inicial da semente (vigor da planta-mãe, condições climáticas durante a maturação, grau de maturação, ataque de pragas e doenças, grau de injúria mecânica, secagem); condições do ambiente de estocagem (umidade relativa, temperatura do ar, ação de fungos e insetos e, o tipo de embalagem) (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Fonseca e Freire (2003) salientam que quanto menor a temperatura e umidade relativa, maiores são as possibilidades de aumentar o tempo de vigor das sementes, levando em consideração as especificidades de cada espécie em relação ao dessecamento.

2.3 Produção de mudas

A busca pelo cumprimento da legislação florestal brasileira, devido a recomposição de áreas, poderá elevar a demanda por serviços e produtos florestais, o que justifica a necessidade do desenvolvimento de pesquisas, que aperfeiçoem a produção de mudas a baixo custo, com qualidade e, que sejam capazes de atender aos objetivos dos plantios de recomposição vegetal (JOSÉ et al., 2005). Os objetivos, desse modo, visam iniciar ou acelerar o processo de recuperação de um ecossistema em relação à sua integridade e sustentabilidade (SER, 2004). Verificam-se transformações nos processos de produção, que advém de inovações tecnológicas e de modificações nos métodos de gestão, os quais incorrem em mudanças nos requisitos de formação (AGUIAR; CINTRA, 2012).

Sendo assim, várias práticas culturais são capazes de alterar a qualidade morfofisiológica das mudas, desde a fase de viveiro até o plantio no campo, podendo-se citar o manejo da irrigação, fertilização, aclimação, seleção, tipo de recipiente, densidade de cultivo, transporte, armazenamento, dentre outros (BIRCHLER et al., 1998). Dessa forma, desde que sejam fornecidas as condições necessárias é possível a multiplicação das espécies fora do seu local de origem (AGUIAR; CINTRA, 2012).

Diante do requerimento de mudas, a produção em recipientes é o sistema mais utilizado, principalmente, por permitir melhor qualidade da planta, devido ao controle mais seguro da nutrição, proteção das raízes (contra danos mecânicos e de desidratação), além do manejo adequado em viveiro e, posteriormente, no transporte e plantio (GOMES; PAIVA, 2011). Os mesmos autores ratificam que a escolha do tipo de recipiente a ser utilizado relaciona-se ao investimento e vantagens na operação, como durabilidade, área ocupada no viveiro, facilidade de movimentação e de transporte, de suas características para a formação de mudas de adequada qualidade, entre outros.

Os recipientes utilizados em viveiro são relatados como um dos principais fatores que afetam o crescimento de plantas arbóreas (POORTER et al., 2012). Dessa forma, os recipientes mais comuns são os sacos plásticos e os tubetes de polipropileno, os quais apresentam as vantagens de reduzirem grandes investimentos em infraestrutura e, de requererem investimentos mais elevados com menor custo operacional, respectivamente (DAVIDE; SILVA, 2008). Além disso, sacos de polietileno mantêm a umidade por mais tempo, sendo adequados à produção em pequena e média escala, em contraponto, os tubetes são mais práticos e recomendados à longa escala, sobretudo, demandam cuidado maior com a irrigação e adubação

de cobertura (em função do menor volume de substrato) (FELFILI et al., 2000). Entretanto, destaca-se que a vantagem aqui descrita para os sacos de polietileno, cabe mais ao volume de substrato contido, do que propriamente a oposição ao recipiente do tipo tubete, tendo em vista que a maior viabilidade econômica ocorre quando se utiliza menores volumes. A disponibilidade de água e minerais às plantas pode ser influenciada pelas características e dimensões dos recipientes, que ainda interferem nos aspectos operacionais do processo produtivo de mudas (LUNA; LANDIS; DUMROESE, 2009).

2.3.1 Substrato e adubação

O substrato se refere a um material poroso, que pode ser empregado puro ou composições mistura, que, colocado em um recipiente, proporciona ancoragem, níveis adequados de água e oxigênio (VENCE, 2008). Além disso, o substrato é o meio no qual se desenvolvem as raízes e que, portanto, serve de suporte à planta (FERMINO; BELLÉ, 2008), assim como os nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2006).

Na escolha de um substrato destinado à produção devem ser levados em conta os aspectos econômicos, químicos e físicos do material (WENDLING; GATTO, 2012). Os autores salientam que do ponto de vista econômico são avaliados o custo, a disponibilidade, a qualidade e a facilidade de manuseio, quimicamente se observa o pH e nível de fertilidade e fisicamente são consideradas as características de textura e densidade desejáveis do material (que interferem na aeração, capacidade de retenção de umidade e agregação).

Em viveiro florestal os substratos são normalmente constituídos por turfa, casca de pinus decomposta, perlita e vermiculita, geralmente misturados em diferentes proporções, esses materiais são usados por causa de suas propriedades físicas (LAZCANO et al., 2010). A germinação das sementes, o crescimento radicular inicial e da parte aérea estão associados à boa capacidade de aeração, de drenagem, de retenção e de disponibilidade de água apresentada no substrato (OLIVEIRA et al., 2008). O substrato deve ser isento de sementes de plantas invasoras, pragas e patógenos (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2006).

A disponibilidade de água de um substrato é uma importante medida que fornece informações sobre o volume de água disponível às plantas, a qual é afetada pela interface substrato-recipiente, de forma que depende do tipo de substrato e recipiente utilizado (forma,

altura e/ou volume) (FERMINO; BELLÉ, 2008). Assim, quanto maior a altura do recipiente maior será o fluxo de água, para o mesmo substrato, isto porque a base do recipiente atua como uma barreira, onde a água se encontra à pressão atmosférica igual a zero (FERMINO, 2002). Desta forma a reduzida altura dos recipientes pode causar o encharcamento dos substratos, devido ao aumento de retenção de água, em detrimento do volume de ar ocupado (FERMINO; BELLÉ, 2008). Ou seja, independente do tamanho do recipiente a altura saturada é a mesma, assim o conteúdo relativo de água em um recipiente menor é maior que em um recipiente maior (FERMINO, 2002). A porosidade total é o espaço ocupado por poros, contudo, esses podem estar preenchidos por volumes diferentes de água e ar, assim, a porosidade é a característica responsável pela retenção de água e pela aeração de um substrato (FERMINO; BELLÉ, 2008).

A fertilização é um dos componentes mais críticos na produção de mudas de alta qualidade no viveiro (JACOBS; LANDIS, 2009). No mercado existem inúmeros tipos de fertilizantes, que variam na sua composição, forma (pó, grânulos e encapsulados) e solubilidade (MORAES NETO et al., 2003). Assim, têm-se adubos de pronta liberação contendo nitrogênio, fósforo e potássio nas mais variadas formulações, além dos fertilizantes encapsulados ou de liberação controlada (FLC).

O uso do FLC pode garantir as necessidades nutricionais e a liberação de nutrientes ao longo do tempo (SERRANO et al., 2006). Isso ocorre devido o adequado fornecimento da dose de fertilizante para o desenvolvimento das mudas, pois níveis elevados de fertilização na fase inicial de crescimento podem elevar a salinidade e comprometer a formação do sistema radicular (JACOBS; ROSE; HAASE, 2003).

Dentre os nutrientes, o nitrogênio atua como constituinte de todas as proteínas, e, portanto, é exigido em grande quantidade. O potássio não faz parte de compostos orgânicos estáveis, mas desempenha papel importante no metabolismo da planta (VIRGENS-FILHO; MOREIRA; CASTRO, 2003). O fósforo atua na fotossíntese, metabolismo de açúcares, armazenamento e transferência de energia, divisão celular, promovendo a formação inicial, o desenvolvimento de raiz e, o crescimento da planta (MALAVOLTA, 2008).

Sabe-se que as plantas são formadas por carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) que são retirados do ar e da água, além dos macronutrientes e micronutrientes, os quais são absorvidos do solo ou do substrato (TAIZ; ZEIGER, 2013). Assim, conforme os mesmos autores, é necessário que esses elementos estejam presentes de forma disponível em quantidades e proporções adequadas, sendo os macronutrientes requeridos em maiores proporções em relação aos micronutrientes, possuindo diferentes funções no metabolismo da planta (Tabela 2).

A produção de mudas de qualidade requer o manejo adequado de nutrientes, o qual foi mencionado como um meio potencial para mudar os traços morfo-funcionais das mudas de espécies arbóreas (TRUBAT et al., 2010). Nesse sentido, vale ressaltar que o excesso ou a falta de nutrientes essenciais promove desordem nutricional, implicando na redução do crescimento e uma menor produção (qualidade inferior), bem como uma maior suscetibilidade a pragas e doenças (WENDLING; GATTO, 2012). Conforme Sorreano; Rodrigues e Boaretto (2012) é possível diferenciar por meio de sintomas visuais a deficiência nutricional, o que permite a identificação do nutriente que está faltando, bem como estabelecer a intervenção correta, sem que haja desperdícios e, conseqüentemente, menor dano ambiental (Tabela 2). Entretanto, a análise foliar pode antecipar o diagnóstico dos sintomas visuais, quando se tem conhecimento sobre a necessidade específica da espécie, realidade pouco evidente para espécies nativas.

Salienta-se ainda que há a redistribuição de nutrientes dentro da planta, isto é, ocorre a transferência entre órgãos ou regiões de residência, em forma igual ou diferente da absorvida (PRADO, 2008a). A exemplo, cita-se, uma folha qualquer pode transferir elementos para um fruto em desenvolvimento, ou uma folha velha para uma mais jovem, ou seja, desde que apresente mobilidade na planta.

Os nutrientes que se redistribuem, via floema, podem ser designados pela sua mobilidade, a qual é determinada pelas funções que os elementos exercem na planta (PRADO, 2008a). Os nutrientes quanto à mobilidade podem ser classificados como: móveis, imóveis e pouco móveis (Tabela 2) (WENDLING; GATTO, 2012). Contudo, Prado (2008a) salienta que a imobilidade nas plantas não é absoluta, ou seja, todos os nutrientes têm maior ou menor redistribuição, em termos de absorção pelas raízes, uma vez que em nutrientes pouco móveis o remanejamento é insuficiente para satisfazer as exigências ou necessidades dos órgãos novos.

Tabela 2 – Macro e micronutrientes, algumas funções sucintas, sintomas, mobilidade no substrato e na planta em espécies florestais nativas e, faixa de disponibilidade de pH

Quantidade	Nutriente	Função	Sintoma visível de deficiência	Mobilidade		pH
				Substrato	Planta	
Macronutrientes	Nitrogênio (N) ¹	- estimula o crescimento das folhas e do caule; - confere à planta a cor verde-escuro; - integra os hormônios, vitaminas e enzimas.	- clorose em geral uniforme das folhas mais velhas; - crescimento lento; - senescência precoce das folhas.	Móvel	Móvel	6,0-7,0
	Fósforo (P) ¹	- estimula a germinação; - atua na formação de frutos e sementes; - atua na formação e desenvolvimento de raízes.	- cor verde-azulada com ou sem amarelecimento das margens das folhas mais velhas; - limbo foliar mais estreito.	Móvel	Móvel	5,0-6,0
	Potássio (K) ¹	- auxilia a formação de carboidratos (reservas); - auxilia no uso eficiente da água; - confere maior resistência a fatores adversos; - atua no crescimento de tecidos meristemáticos.	- clorose e necrose das pontas e margens das folhas mais velhas.	Móvel	Móvel	5,5-6,5
	Magnésio (Mg) ¹	- aumenta a disponibilidade de fósforo; - crescimento das raízes, fecundação e sustentação das plantas;	- clorose e necrose internerval das folhas mais velhas.	Pouco móvel	Móvel	5,0-6,0
	Cálcio (Ca) ²	- compõe a clorofila; - ativação de enzimas relacionadas ao metabolismo energético.	- clorose internerval seguida de necrose das folhas mais novas, com crescimento não uniforme; - murchamento das folhas; - colapso do pecíolo.	Pouco móvel	Imóvel	> 6,0
	Enxofre (S) ³	- regulador metabólico; - atua na formação de órgãos reprodutivos da flor.	- clorose internerval nas folhas novas; - margens enroladas, após necrose e desfolhamento.	Pouco móvel	Pouco móvel	> 6,0
Micronutrientes	Boro (B) ²	- síntese de clorofila, absorção de gás carbônico e formação de proteínas.	- folhas novas deformadas e, com menor tamanho; - clorose irregular; - nervuras suberificadas; - morte do meristema apical do caule; - encurtamento de internódios; - superbrotamento de ramos; - fendas na casca.	Móvel	Imóvel	5,0-6,0
	Cloro (Cl) ¹	- atua no equilíbrio osmótico da água na fotossíntese.	- folhas menores; - amarelecimento, bronzeamento e necrose.	Móvel	Pouco móvel	> 7,0
	Cobre (Cu) ³	- ativa enzimas; - respiração, síntese de clorofila e fixação de nitrogênio.	- coloração verde-azulada nas folhas mais novas, que se tornam cloróticas (pontas e margens) com posterior necrose; - nervuras salientes, provocando o encurvamento e deformação das folhas novas; - gemas múltiplas; - caules e ramos tortuosos.	Imóvel	Pouco móvel	5,0-6,0
	Ferro (Fe) ³	- integra enzimas e participa na síntese de clorofila.	- clorose das folhas mais novas; - nervura em retículo verde e fino.	Imóvel	Pouco móvel	5,0-6,0
	Manganês (Mn) ³	- ativa enzimas; - auxilia na fotossíntese e na absorção de gás carbônico.	- clorose das folhas mais novas; - nervura em retículo verde e grosso.	Imóvel	Pouco móvel	4,0-5,5
	Molibdênio (Mo) ¹	- síntese de enzimas e na fixação de nitrogênio atmosférico.	- murchamento das margens; - encurvamento do limbo para baixo.	Móvel	Pouco móvel	> 6,0
	Zinco (Zn) ³	- ativa enzimas; - atua no crescimento, na produção e na maturação de sementes.	- folhas novas se tornam lanceoladas, estreitas e pequenas; - clorose internerval; - internódios mais curtos que formam rosetas de folhas no ápice dos ramos.	Pouco móvel	Pouco móvel	4,5-5,5

Partes da planta que primeiro apresentam os sintomas de deficiência: ¹Folhas velhas; ²Folhas novas; ³Folhas mais novas e brotações. Fonte: Carneiro (1995); Sorreano; Rodrigues e Boaretto (2012); Wendling e Gatto (2012); Taiz e Zeiger (2013).

O conhecimento das exigências nutricionais de cada espécie influencia na sobrevivência e no estabelecimento das mudas a campo, pois existe baixa fertilidade natural da maioria das áreas de plantios florestais (SORREANO; BOARETTO; RODRIGUES, 2014). As informações sobre o comportamento nutricional peculiar a cada espécie geram maiores ganhos em produtividade, maior economia e menores impactos ambientais nos plantios florestais (SOUZA; VENTURIN; MACEDO, 2006).

Além disso, a adubação inadequada torna o plantio suscetível ao ataque de pragas, promove o aparecimento de plantas com crescimento limitado, menor incremento médio anual, redução na qualidade da madeira (VIEIRA; WEBER; SCARAMUZZA, 2014). O fornecimento ideal de nutrientes proporciona, ainda, que a planta produza ceras, lignifique seus tecidos, entre outras características que servirão de barreiras físicas, desfavorecendo, assim, o ataque de patógenos (PRADO, 2008b) (Tabela 2).

Embora, o processo de absorção de nutrientes seja específico e seletivo, algumas vezes ocorre a competição entre eles, por sua semelhança (raio iônico e carga), pois possivelmente exista compartilhamento do mesmo transportador (ATPase específica ou sistema acoplado de transporte ou co-transporte) (PRADO, 2008b). Dessa forma, o mesmo autor afirma que há a influência de um elemento sobre outro, que implicam em interações positivas (+) e negativas (-), as quais interferem no crescimento e, podem sugerir ajustes na adubação (Tabela 3).

Tabela 3 – Interações positivas (+) e negativas (-) mais comuns entre nutrientes em plantas cultivadas

Nutriente aplicado	Efeito no teor foliar												
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cl	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
N	+		+	+		-	-						
P		+	-	+			-	-	-			+	-
K			+	-	-								
Ca			-	+	-								
Mg		+	-	-	+								-
S		-				+		-					
B							+						-
Cl						-		+					+
Cu									+	-	-	-	-
Fe										-	+	-	-
Mn				-						-	+		-
Mo										-		+	
Zn		-											+

N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre; B: boro; Cl: cloro; Cu: cobre; Fe: ferro; Mn: manganês; Mo: molibdênio; Zn: zinco. Fonte: Malavolta; Vitti e Oliveira (1997).

O crescimento e a qualidade de mudas em viveiro podem ser influenciados pela presença

ou ausência de nutrientes, os quais fornecidos na dosagem e época corretas podem possibilitar maiores taxas de crescimento às plantas. O crescimento e a qualidade de mudas em viveiro podem ser influenciados pela presença ou ausência de nutrientes, os quais fornecidos na dosagem e no momento correto podem possibilitar às plantas o crescimento superior em comparação as da natureza (JACOBS; LANDIS, 2009). Olliet et al. (2004) salientam que a maneira como os nutrientes são fornecidos influencia no desenvolvimento das plantas. A ausência de algum nutriente essencial pode implicar em alterações no metabolismo, o que restringe o crescimento e desenvolvimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A. sellowiana é exigente em quantidade de matéria orgânica e fósforo, devendo-se evitar o excesso de nitrogênio (MANICA, 2002). *A. sellowiana* responde muito bem a correção de pH do solo, em termos de crescimento (DUCROQUET; HICKEL; NODARI, 2000). Todavia, existe falta de entendimento da demanda nutricional *A. sellowiana*.

A adubação de base ocorre no momento da preparação do substrato, no qual os fertilizantes são incorporados homogeneamente (WENDLING; DUTRA, 2010). A fertilização do substrato de grande relevância, pois a mesma interfere no crescimento das espécies, ainda, recomenda-se após a germinação das sementes, a realização da adubação de cobertura (WENDLING; GATTO, 2012). A fertilização de cobertura em tubetes de polipropileno é necessária devido à grande permeabilidade do substrato, que facilita as lixiviações, e ao pequeno volume de espaço destinado por muda, devendo ser aplicado o sulfato de amônio (N) semanalmente e o cloreto de potássio (K) a cada 15 dias (GONÇALVES et al., 2005).

2.4 A importância da água na irrigação

A água desempenha múltiplas funções nas plantas como hidratação, solvente e meio de transporte (KÄMPF, 2005). E em viveiros, o sucesso na produção de mudas de adequada qualidade e, em tempo reduzido, pode ser garantido por meio da irrigação (WENDLING; GATTO, 2012).

O consumo de água nos viveiros florestais ainda é muito alto e a sua redução constitui um problema pela falta de estudos e da aplicação dos métodos conhecidos, principalmente, para locais que produzem espécies nativas que possuem diferentes necessidades hídricas (TSUKAMOTO FILHO et al., 2013). Desse modo, o gerenciamento prudente da irrigação pode reduzir significativamente os custos da produção de mudas de floresta em recipientes e

preservar a qualidade dos recursos aquíferos (STOWE et al., 2010). Portanto, a definição de protocolos e estratégias que beneficiem a produção de mudas é importante para que se obtenham plantas com qualidade, em menor tempo e em condições acessíveis (CUNHA et al., 2005).

O conhecimento sobre o volume de água requerida para produzir espécies florestais, nos mais variados recipientes está sujeito a ação de fatores, como o clima, o tipo de estrutura, o tipo de irrigação, o substrato e as características de cada planta (LANDIS et al., 1989). Além disso, o fornecimento de água interfere diretamente em todos os processos fisiológicos da célula (MARENCO; LOPES, 2007).

Assim, a demanda hídrica das espécies, conforme Wendling e Gatto (2012), também pode ser variável com o estágio de crescimento das plantas e das condições climáticas, devendo ser realizado o ajuste da frequência e da intensidade das irrigações, os quais devem ser observados pelo responsável do viveiro. Além disso, o planejamento da irrigação em tempos menores e mais frequentes também melhora a eficiência da irrigação, aumentando a retenção de água do substrato e reduzindo a lixiviação (ZHU et al., 2004).

Fisiologistas de plantas e especialistas em irrigação defendem há muito tempo a importância de considerar os requisitos de água da planta para estabelecer regimes de irrigação (YEAGER, 2001; BEESON, 2005). Assim, o monitoramento ativo dos teores de água do substrato da rizosfera pode possibilitar economia substancial da água de irrigação, sem prejudicar o crescimento e a qualidade das mudas (STOWE et al., 2010), de modo que, uma incorreta distribuição das regas pode ter ligação direta ou indireta com perdas significativas na produção (KÄMPF, 2005).

A menor disponibilidade de água implica diretamente no processo fotossintético das plantas, pois ocorre o desequilíbrio das reações bioquímicas e do aparato fotossintético, bem como o fechamento dos estômatos de maneira indireta (LAWLOR; CORNIC, 2002). Além disso, o estresse hídrico pode reduzir a probabilidade de estabelecimento de plântulas devido ao efeito da baixa disponibilidade de água do solo, necessária à sobrevivência e crescimento de mudas (SHAO et al., 2008a).

A quantidade de água a ser empregada na formação de mudas de qualidade, com altura e diâmetro do coleto adequado e, assegurada sanidade, é fundamental, pois deve-se tomar cuidado na utilização excessiva da irrigação, a qual pode proporcionar perda demasiada de nutrientes (lixiviação), fator que também pode prejudicar o crescimento das mudas (LOPES; GUERRINI; SAAD, 2007). O excesso pode reduzir as trocas gasosas e, com isso propiciando condições anaeróbicas em torno das raízes (NAVROSKI et al., 2015), diminuindo a respiração

e a fotossíntese (redução de biomassa) e, favorecendo o aparecimento de doenças nas plantas (MARTINS et al., 1999). A quantidade demasiada de água, ainda, pode favorecer a lixiviação de fertilizantes e, problemas ao meio socioambiental (LOPES et al., 2005).

O crescimento, o comportamento fisiológico e a produtividade dos vegetais são afetados, principalmente, por fatores como o estresse hídrico, sendo esse considerado um dos principais fatores impactantes sobre o desenvolvimento de plantas (SILVA et al., 2015). Os mesmos autores destacam que fatores ambientais causam mudanças no aparato fotossintético e seus efeitos podem ser estudados a partir da fluorescência da clorofila *a*. As respostas fisiológicas das plantas aos déficits de água mudam em relação à sua sensibilidade ao estresse (SHAO et al., 2008b). Liu et al. (2010) descobriram que o estresse hídrico no solo (retenção de água) afeta a fotossíntese e o crescimento, e a rega pode remover ou aliviar esses efeitos em mudas de arbóreas em recipientes.

Os estudos têm sido desenvolvidos no sentido de melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção de mudas (NAVROSKI et al., 2015). Esse autor ainda salienta que a maximização operacional e a minimização dos custos de produção incorporados aos custos de investimentos, são importantes na tomada de decisão.

Dutra (2012) avaliando diferentes composições de substrato e lâmina de irrigação observou como adequada uma lâmina diária de 4 mm dia⁻¹ para a espécie *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho) e de 12 mm dia⁻¹ para *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), em ambos os casos foi empregado 20% de casca de arroz carbonizada (CAC) adicionada ao substrato comercial a base de turfa. Navroski et al. (2015) em estudo realizado com a espécie *Eucalyptus dunnii* (eucalipto-dunnii) verificaram que as plantas apresentaram melhores características quando irrigadas com 16 mm dia⁻¹ sem hidrogel acrescido ao substrato a base de turfa.

Fauerharmel (2014) em estudo semelhante verificou que o substrato a base de turfa misturada com 20% de CAC combinado a 8 mm dia⁻¹ proporcionou um crescimento adequado às mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva). Com isso, a autora afirmou que possivelmente, substratos com características apropriadas, combinados com lâminas d'água diárias, podem propiciar adequado crescimento às mudas de espécies nativas, assim como, economia e uso racional de água na produção das mesmas. O conhecimento das propriedades físicas do substrato e o uso de equipamentos de monitoramento facilitam as decisões de gerenciamento de irrigação (JENSON; SHOCK, 2001).

2.5 Qualidade de mudas e cultivo a campo

A sobrevivência e o crescimento de espécies florestais são dependentes do equilíbrio de água, carbono e nutrientes após o plantio (GROSSNICKLE, 2012), que são condicionados pela interação planta-local, de modo que a produção de mudas de alta qualidade requer correspondência dos atributos da planta com as condições do local (OLIET et al., 2013). Dessa maneira, na determinação da qualidade das mudas prontas para o plantio, os parâmetros utilizados se baseiam nos aspectos fenotípicos, conhecidos também como morfológicos e, nos quesitos internos das mudas, denominados por fisiológicos (GOMES et al., 2002).

A altura e o diâmetro do coleto têm sido utilizados como indicadores de qualidade para mudas de viveiro de espécies lenhosas, porque estes parâmetros são facilmente medidos e são frequentemente relacionados ao desempenho no campo (TSAKALDIMI et al., 2013). Esses parâmetros são fortemente influenciados pelas técnicas de produção, fertilidade do substrato e volume disponível para cada espécie (REIS et al., 2008). Além disso, o padrão de crescimento e de alocação de biomassa das espécies são respostas as variações de irradiância, as quais são proporcionadas pela aclimatação do aparato fotossintético e alterações anatômicas (CHAZDON et al., 1996).

O parâmetro morfológico altura (H) é considerado como recomendado na literatura para *Eucalyptus* sp. entre 15 e 30 cm (GOMES; PAIVA, 2011). Em outro estudo, mudas nativas aptas ao plantio devem ter altura variando entre 20 e 35 cm (GONÇALVES et al., 2005). Sendo que mudas mais altas possuem vantagem de competirem com as plantas infestantes e, consiste ainda em maior qualidade genética (HAASE, 2008). Observa-se que existe correlação na floresta entre biomassa e altura, sendo a H bem conhecida, podendo ser utilizada como método não destrutivo para estimar a biomassa (VIEILLEDENT et al., 2012).

O diâmetro do coleto (DC) para espécies nativas deve estar compreendido no intervalo entre 5 e 10 mm, considerado como padrão (GONÇALVES et al., 2005). Para espécies exóticas, como do gênero *Eucalyptus*, o DC superior a 2 mm, pode ser representativo de plantas aptas ao plantio (WENDLING; DUTRA, 2010), visto que, o DC é um adequado indicativo para predizer a qualidade de mudas (GOMES; PAIVA, 2011). Para Ritchie et al. (2010) o diâmetro do coleto é a variável que melhor representa o desempenho a campo e a qualidade das mudas.

A relação H/DC entre 2,0 e 3,5 cm mm⁻¹ e entre 4,0 e 7,0 cm mm⁻¹, representa mudas com maior e menor firmeza da haste, respectivamente (GONÇALVES et al., 2005). Em outro estudo, valores de H/DC até 10 cm mm⁻¹ representam alta sobrevivência e crescimento após o

plântio (BIRCHLER et al., 1998). A H/DC possibilita comparar a resistência para mudas (valores baixos), em oposição com não resistência (valores altos) (RITCHIE et al., 2010).

Outros indicativos de qualidade de mudas têm relação com a biomassa produzida, representando a folha uma das principais fontes de fotoassimilados e de nutrientes para adaptação da muda no pós-plântio, o que fornece subsídio a importância dessa variável (GONÇALVES et al., 2005). As características do sistema radicular estão entre os critérios utilizados para definir a qualidade da muda, porque o crescimento do sistema radicular e o estabelecimento de plantas estão intimamente ligados (GROSSNICKLE, 2005). A massa seca de raízes de mudas de *Picea glauca* (abeto-branco) tem sido correlacionada com o diâmetro das mudas (RWEYONGEZA et al., 2005).

A massa seca radicular e a massa seca total são preditoras da sobrevivência e do crescimento inicial de plantas a campo, de modo que, quanto maior for o sistema radicular, menor será a taxa de mortalidade (GOMES; PAIVA, 2011). O comprimento radicular tem relação direta com a absorção de água e de nutrientes (GONÇALVES et al., 2005). A análise conjunta da morfologia do sistema radicular e da fisiologia pode fornecer uma recomendação mais exata da qualidade de mudas (DAVIS; JACOBS, 2005). Outro parâmetro utilizado é o índice de qualidade de Dickson (IQD), que tem estabelecido como padrão mínimo recomendado um valor de 0,20 (HUNT, 1990).

Os parâmetros fisiológicos referem-se a atributos que não são facilmente visíveis, os quais precisam ser medidos com instrumentos ou por meio de procedimentos laboratoriais, em contraste com características morfológicas, pois os atributos fisiológicos mudam frequentemente e, por vezes drasticamente durante o processo de acompanhamento no plântio (RITCHIE et al., 2010). O aparato fotossintético é composto por dois fotossistemas (I e II), os quais viabilizam a conversão da energia luminosa (radiação solar), capturada em moléculas excitadas de clorofila, na forma de energia utilizável (PAIVA; OLIVEIRA, 2006). Nesse sentido, os autores destacam que a energia contida na radiação solar incidente sobre as folhas é absorvida pelos pigmentos fotossintéticos e parte refletida como fluorescência, tendo forte influência no crescimento da planta.

Desse modo, o comportamento das plantas pode ser inferido por meio dos teores de pigmentos fotossintéticos e, das variáveis relacionadas a fluorescência da clorofila *a*. A clorofila *a* é o pigmento utilizado para realizar a via fotoquímica (o primeiro estágio do processo fotossintético), enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação (STREIT et al., 2005). As clorofilas *a* e *b* existem numa proporção de 3:1 (LICHTENTHALER et al., 1987). Ritchie et al. (2010)

sugerem que os padrões para a fluorescência inicial e máxima (F0 e Fm, respectivamente) seguem intervalos de 0,2 a 0,6 para F0 e, valores de 1,2 até 1,5 para Fm; o rendimento quântico do fotossistema II (Fv/Fm) de 0,70 a 0,83 e, a taxa de transporte de elétrons (ETR) valores inferiores a $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Em outros estudos, considera-se o limite para Fv/Fm de 0,75 (MAXWELL; JOHNSON, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Avalia-se, também, o potencial hídrico foliar ($\psi_{\text{Hídrico}}$), que mensura o estresse hídrico por meio de câmaras de pressão, sendo classificado em intervalos de 0 até -0,5 MPa² (leve), de -0,5 até -1,0 Mpa (moderado), de -1,0 até -1,5 Mpa (alto), de -1,5 até -2,5 Mpa (grave) e, valores maiores que -2,5 Mpa (extremo), promovem danos ou mortalidade (LANDIS et al., 1989). O $\psi_{\text{Hídrico}}$ será mais negativo quanto menor for o volume de água no solo ou no substrato, especialmente, no horário do meio-dia, pois a transpiração eleva os valores e a pressão negativa no xilema gera menor absorção de água pela planta (LARCHER, 2006).

A avaliação da qualidade de mudas destinadas ao plantio a campo pode propiciar a expansão do processo de restauração, devido a maior cobertura florestal, em relativo curto espaço de tempo, bem como a proteção dos recursos hídricos (MARTINS, 2009). Desse modo, as metodologias de reflorestamento estão em permanente aperfeiçoamento, norteadas pela demanda de mudas de qualidade, porte superior e com crescimento rápido (HAASE, 2008).

Previamente ao plantio deve-se efetuar a análise de solo, a demarcação da área, a limpeza do terreno, o controle de formigas, o preparo do solo, o controle de vegetação invasora, entre outras práticas culturais, visando conjuntamente garantir o sucesso do plantio, a produtividade, o crescimento e a qualidade das mudas a campo (STURION; BELLOTE, 2000). O plantio de espécies florestais a campo envolve o preparo de solo para abertura de covas que deverá ser realizado empregando, sempre que possível, a técnica de cultivo mínimo, ou seja, que não ocorra o revolvimento do solo na área total, bem como outras técnicas de conservação de solo (NAVE et al., 2009). Para os mesmos autores a abertura de covas tem como objetivo principal a melhoria química e física do solo de forma localizada e, portanto, deve estar sempre associada à adubação de base e à descompactação do solo, tanto em largura quanto em profundidade.

Nesse sentido, o tipo de preparo e manejo do solo afeta a infiltração de água à medida que interfere nas suas propriedades e nas condições de sua superfície, em razão da quebra da estrutura da camada superficial (BRANDÃO et al., 2006). Assim, dentre as formas de abertura de covas, conforme Nave et al. (2009), destaca-se a abertura manual, a broca perfuratriz; a

² A pressão de -1 MPa equivale a -10 bar.

moto-coveadora, a subsolagem da linha de plantio e a abertura de covetas.

Após o plantio, deve-se efetuar a irrigação das covas, garantindo, assim, maiores possibilidades de sobrevivência das mudas, o que deve estar associado com a eliminação da matocompetição pelo método mecânico ou químico, controle de pragas e doenças, práticas essas que devem ser mantidas ao longo do cultivo (SILVA, 2012). Do mesmo modo, devem ser realizadas adubações de cobertura, decorridos, em torno de 20 dias após o plantio (SILVA, 2012). Assim, entre três e seis meses após o plantio, novas aplicações devem ser efetuadas (SBCS/CQFS, 2004).

No decorrer do desenvolvimento a campo, deve-se realizar o acompanhamento das mudas, sobretudo, do primeiro ao quinto ano, avaliando a taxa de sobrevivência e o crescimento inicial (BIRCHLER et al., 1998). A sobrevivência a campo pode ser reduzida diante das características do solo ou pela qualidade da muda (LANDIS; DUMROESE; HAASE, 2010). A área destinada ao plantio necessita ser isenta de doenças e pragas, pois entraves relacionados podem limitar o desempenho das plantas, visto que, danos causados por *Colletotrichum gloeosporioides* (fungo causador da antracnose) e *Anastrepha fraterculus* (mosca-das-frutas), por exemplo, em *A. sellowiana* podem ser severos (ANDRADE; DUCROQUET, 1992).

A espécie possui relativa adaptação a regiões subtropicais, dessa maneira, tem sido cultivada na Califórnia, Nova Zelândia, no norte da África, na Espanha, Portugal, França e Itália, bem como no Sul da Rússia (RUBERTO; TRIGALI, 2004). A qualidade das mudas é fator de grande importância nos primeiros meses após o plantio, pois é nesse período que elas são sujeitadas a condições ambientais contrárias as oferecidas em viveiro (GROSSNICKLE, 2005), muitas vezes em função da escolha equivocada da área de plantio e, de variáveis como temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica. Nesse intuito, o estabelecimento a campo pode ser mensurado por meio de parâmetros morfológicos (JACOBS; SALIFU; SEIFERT, 2005), bem como através de variáveis fisiológicas, as quais podem revelar a ocorrência de estresse na planta, o que acarreta, conseqüentemente em menor adaptação ao ambiente (MONTEITH, 1978).

2.6 Análise econômica

A avaliação de projetos florestais se faz necessária, uma vez que, são projetos de

investimento com aplicação de capital, com a finalidade básica de obter receitas (SILVA; JACOVINE; VALVERDE, 2005). Conforme os mesmos autores, a avaliação econômica de um projeto se baseia em seu fluxo de caixa, que consiste nos custos e nas receitas distribuídos ao longo da vida útil do empreendimento.

Para Graça; Rodigheri; Santos (2000) o pleno conhecimento dos custos de produção e receitas de qualquer atividade da economia assume importante papel no processo de decisão em determinado empreendimento econômico. Os mesmos autores ressaltam que, a atividade florestal além dos altos custos de implantação e manutenção, normalmente apresenta retornos financeiros mais significativos quando são efetuados cortes finais das florestas.

A expedição de mudas no padrão de expedição florestal (altura entre 20 e 35 cm) (GONÇALVES et al., 2005), possuem custos de produção conforme Silva; Jacovine; Valverde (2005) que dependem, principalmente, de:

- a) Método de produção: via sementes ou via propagação vegetativa;
- b) Quantidade a ser produzida: maiores quantidades podem atingir uma produção de escala que faz com que o custo diminua;
- c) Espécie: alguns indivíduos necessitam de maiores cuidados e tratos durante a produção de mudas;
- d) Produção própria ou por terceiro: ao invés de produzir, podem-se adquirir mudas. Essa aquisição poderá ter um custo até menor, haja vista que outra empresa pode ser especializada na produção de mudas;
- e) Embalagem: a produção de mudas pode ser de vários tipos de recipientes como sacos plásticos e tubetes, sendo esses últimos os mais utilizados. Contudo, esses recipientes requerem um maior investimento inicial, mas que é compensado pela redução dos custos nas operações no viveiro. Além disso, outro fator relevante é o substrato que pode ter seu custo reduzido de acordo com a composição escolhida, como terra de subsolo, turfa, vermiculita, fibra de coco, casca de arroz carbonizada, entre outros (GOMES; PAIVA, 2011).

Para mudas destinadas a arborização urbana e formação de pomar deve-se levar em consideração o maior custo de produção associado devido ao maior tempo de permanência em viveiro, maior gasto com substrato, adubação, recipiente e mão de obra. O produto final (volume de madeira, biomassa, entre outros) não entra no cálculo de custos em viveiro.

A aplicação dos critérios de análise econômica na área florestal é fundamental na decisão de qual projeto e/ou alternativa de manejo a ser adotado (VITALE; MIRANDA, 2010), sendo que os principais indicadores da viabilidade econômica avaliam a variação do capital no tempo (SILVA; JACOVINE; VALVERDE, 2005). Os projetos podem ser analisados pelo

emprego de diferentes métodos de avaliação econômica (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

Os métodos que não consideram a variação do capital no tempo, como tempo de retorno do capital, razão receita média/custos, entre outros, não são indicados, pois a taxa de juros é, geralmente, elevada e, os projetos se perpetuam no tempo (SOUZA; SOARES, 2013). Esses autores consideram os métodos que utilizam a variação do capital no tempo como adequados, destacando-se a razão benefício/custo (B/C) e o custo médio de produção (CMP).

A razão B/C consiste em calcular a relação entre o valor atual das receitas e seus custos, sendo que o projeto é considerado economicamente viável quando a B/C for maior que um (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). O CMP permite saber qual ponto no qual a empresa opera a um custo mínimo de produção (SILVA; JACOVINE; VALVERDE, 2005).

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (2015) realizou um diagnóstico da produção de mudas florestais nativas no Brasil, o qual detectou o CMP em recipiente, de 147 viveiros, variando de R\$ 1,21 a R\$ 2,53 por planta (Tabela 4). As maiores variações no custo foram encontradas nas regiões Norte e Sul, 109,12 e 161,55%, respectivamente.

Tabela 4 – Custo médio de produção e preço de mudas nativas vendidas a atacado e varejo nas diferentes regiões do Brasil

Região	CMP (R\$)			Preço (R\$)					
				Varejo			Atacado		
	Média	CV	Nº de viveiros	Média	CV	Nº de viveiros	Média	CV	Nº de viveiros
Norte	1,57	109,12	18	3,34	55,09	19	2,23	65,92	16
Nordeste	1,47	67,44	17	4,75	80,35	14	2,49	77,84	17
Sudeste	1,21	74,18	64	2,62	72,70	67	1,80	73,41	65
Sul	1,64	161,55	28	8,42	178,67	26	2,20	121,75	25
Centro-oeste	2,53	99,92	20	5,40	85,43	25	3,92	91,95	23
Total	1,55	114,17	147	4,37	160,18	151	2,33	96,87	146

Fonte: IPEA (2015). CMP = custo médio de produção; Nº = número; CV = coeficiente de variação.

Conforme os dados divulgados pelo IPEA (2015) o preço das mudas variou de R\$ 2,62 a R\$ 8,42 a unidade no varejo e, de R\$ 1,80 a R\$ 3,92 no atacado, em média. A maior variação nos preços aconteceu na região Sul e a menor variação na região Norte. As oscilações no CMP e preço estão associadas aos diferentes tipos de espécies nativas e a suas formas de beneficiamento e propagação, além disso, cada viveiro trabalha de uma maneira diferente em seus sistemas produtivos, considerando tipo e tamanho de recipiente, substrato, adubação, entre outros. Contudo, em economia, pressupõe-se que interações entre a oferta e a demanda determinam também, teoricamente, o preço ideal de um produto (PINDYCK; RUBINFELD, 2010).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, S. G. da S.; CINTRA, W. G. de S. **Produção de mudas em viveiro florestal**. Brasília: LK Editora, 2012. p.5-7.

AMARANTE, C. V. T. do; SANTOS, K. L. dos. Goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, 2011. p001.

ANDRADE, E. R. de. DUCROQUET, J. P. Antracnose em goiabeira serrana. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO, 1. CONGRESSO LATINO-AMERICANO, 5. CONGRESSO NACIONAL DE HORTICULTURA, 4. 1992, Montevideu, Uruguai. **Resumos**. Montevideu: Sociedade Uruguaya de Horticultura Confederación Latino Americana de Horticultura, 1992. P. 31.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: Guia de Identificação e Interesse Ecológico**. Santa Maria, RS: Ed. Pallotti. 2009, 332 p.

BARNI, E. J. et al. **Potencial de mercado para a goiabeira-serrana catarinense**. Florianópolis: EPAGRI, 2004. 48 p. (Doc, 212).

BASKIN, C. C. BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. Academic Press, London. 2014. 1601p.

BEESON, R. C. Jr. How much H₂O? **Am Nurserym**, v.201, n.3, p.45–49, 2005.

BIRCHLER, T. et al. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. Madrid, **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, v. 7, n. 1/2, p. 109-121, 1998.

BRANDÃO, V. dos S. et al. **Infiltração da água no solo**. 3ª edição, Viçosa, MG: Ed. UFV, 2006. 120p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 35**, de 14 de julho de 2011. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 10 de outubro de 2015. 2011.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 17**, de 26 de abril de 2017. Regulamenta a produção, comercialização e utilização de sementes e mudas de espécies florestais ou de interesse ambiental e medicinal, nativas ou exóticas, visando garantir sua procedência, identidade e qualidade, revogando a IN MAPA nº 56, de 8 de dezembro de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 de abril de 2017. Seção I. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/INN17de28042017comanexos.pdf>>. Acesso em: 10 de Dezembro de 2017.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 26**, de 10 de setembro de 2012. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 10 de outubro de 2015. 2012.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de espécies florestais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília: MAPA/ACS, 2013. 98p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regra para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília: MAPA/ACS, 2009a. 399 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes** – Anexo do capítulo 9 – Teste de sanidade de sementes das Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília: MAPA/ACS, 2009b. 202p.

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Armazenamento. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012, p.487-523.

CHAZDON, R. L et al. Photosynthetic responses of tropical forest plants to contrasting light environments. In: MULKEY, S. S., CHAZDON, R. L., SMITH, A. P. **Tropical Forest Plant Ecophysiology**. Chapman and Hall, New York, p. 5-55, 1996.

CHENG, H. Y. et al. Possible involvement of K⁺/Na⁺ In assessing the seed vigor index. **J of Inter Plant Biol**, v.47, p.935–941, 2005.

COPELAND, L. O.; MCDONALD, M.B. **Seed science and technology**. New York: Chapman & Hall, 3 ed., 1995. 409p.

CUNHA, A. O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. da. Viveiros Florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. da. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras, MG: Ed. UFLA, 2008, p.11-82.

DAVIS, A. S.; JACOBS, D. F. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. **New Forests**, Melbourne, n.30, p.295-311, 2005.

DEGENHARDT, J. et al. Morfologia floral da goiabeira-serrana (*Feijoa sellowiana*) e suas implicações na polinização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.718-721, 2001.

DEGENHARDT, J. et al. Efeito de anos e determinação do coeficiente de repetibilidade de características de frutos de goiabeira-serrana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.1285-1293, 2002.

DEGENHARDT, J. et al. Avaliação fenotípica de características de frutos em duas famílias de meios-irmãos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg.) de um pomar comercial em São Joaquim, SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.475-479, 2003.

DUCROQUET, J. P. H. J.; HICKEL, E. R.; NODARI, R. O. **Goiabeira-serrana** (*Feijoa sellowiana*). Jaboticabal: Funep, 2000. 66p. (série frutas nativas, 5).

DUTRA, A. F. **Produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan e *Luehea divaricata* Mart. et Zucc. em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2012. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

FAUERHARMEL, M. **Desenvolvimento inicial *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2014. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

FELFILI, J. M. et al. **Recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000. 45p.

FERREIRA, R. A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* envelhecidas artificialmente. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n.1, 2004. P.82 – 86.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2002. p. 29-37.

FERMINO, M. H.; BELLÉ, S. Substratos para plantas. In: PETRY, C. **Plantas Ornamentais: aspectos da produção**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, p. 46-57. 2008.

FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. de; SILVA, A. da. Germinação de sementes de três espécies arbóreas brasileiras. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v.21, n.1, p. 107-115, jun. 2009.

FONSECA, S. C. L.; FREIRE, H. B. Sementes recalcitrantes: problemas na pós-colheita. **Revista Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.297-303, 2003.

FOWLER, J. A. P. Superação de dormência e armazenamento de sementes de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Colombo, PR: Embrapa florestas, 2000. 351p.

GLUFKE, C. **Espécies florestais recomendadas para recuperação de áreas degradadas**. Porto Alegre: FZB, 1999. 48p.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

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

GOMES, J. P. et al. Secagem e Classificação de Sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret – Myrtaceae quanto à Tolerância à Dessecação e ao Armazenamento. **Revista Floresta e Ambiente**, v.20, n.2, p.207-215, 2013.

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

GRAÇA, L. R.; RODIGHERI, H. R.; SANTOS, A. J. Custos florestais de produção: conceituação e aplicação. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 32p. (Embrapa Florestas. **Documentos**, 50).

GROSSNICKLE, S. C. Importance of root growth in overcoming planting stress. **New For**, v.30, p.273–294, 2005.

HAASE, D. L. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. **Tree Planters' Notes**, v. 52, n. 2, p. 24-30, 2008.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Storage. In: Tropical tree seed manual. **USDA Forest Service's, Reforestation, Nurseries & Genetics Resources**, 2003. p.125-136.

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 RM-200, 1990, **Roseburg. Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p.218-222.

IPEA – Instituto de Pesquisa em Economia Aplicada. **Diagnóstico da Produção de Mudas Florestais Nativas no Brasil**. Relatório de pesquisa. Brasília: 2015, 58p.

JACOBS, D. F.; LANDIS, T. D. Fertilization. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. **Nursery manual for native plants: A guide for tribal nurseries**. Washington: Department of Agriculture, Forest service, 2009, 302p.

JACOBS, D. F., ROSE, R., HAASE, D. L. Development of Douglas-fir seedling root architecture in response to localized nutrient supply. **Can. J. For. Res**, v.33, p.118–125, 2003.

JACOBS, D. F.; SALIFU, K. F.; SEIFERT, J. R. Relative contribution of initial root and shoot morphology in predicting field performance of hardwood seedlings. **New Forests: Netherlands**, v.30, p.235–251, 2005.

JACCOUD-FILHO, D. S.; DABUL, A. N. G. Novos métodos de detecção de fungos em sementes florestais. In: SANTOS, A. F. dos; PARISI, J. J. D; MENTEN, J. O. M. **Patologia de sementes florestais**. Colombo, PR: Embrapa florestas, 2011. 236p.

JENSON, L.; SHOCK, C. C. Strategies for reducing irrigation water use. **Oregon State Extension Service**, EM 8783, 2p, 2001.

JOSÉ, A. C. et al. Produção de mudas de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de Bauxita. Lavras, **Cerne**, v. 11, n. 2, p. 187-196, abr./jun. 2005.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. de. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Agrarian**, v.2, n.3, p.73-86, jan./mar. 2009.

KÄMPF, A. N. Irrigação. In: KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agrolivros. 2005, p.171-180.

KIM, D. H.; HAN, S. H.; SONG, J. H. Evaluation of the inorganic compound leakage and carbohydrates as indicator of physiological potential of *Ulmus parvifolia* seeds. **New Forests**, v.41, p.3–11, 2011. DOI 10.1007/s11056-010-9210-3

KRZYNANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. de B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

LANDIS, T. D. et al. **The Container Tree Nursery Manual**: Volume 4, Seedling Nutrition and Irrigation. USDA Forest Serv. Agric. Handb., 1989, 119p.

LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D.L. **Seedling processing, storage, and outplanting**, vol. 7: The container tree nursery manual. Agriculture Handbook, US Forest Service, Washington, DC. 2010. 200 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 532p.

LAWLOR, D.W.; CORNIC, G. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. **Plant, Cell and Environment**, v.25, n.2, p.275-279, 2002.

LAZCANO, C. et al. Vermicompost enhances germination of the maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). **New Forests**, v.39, p.387–400, 2010. DOI 10.1007/s11056-009-9178-z.

LICHTENTHALER, H.K. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes**. *Methods Enzymol.* 148, 350–82, 1987.

LIMA JUNIOR, M. de J. V. et al. Análise de sementes. In: LIMA JUNIOR, M. de J. V. et al. **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. Londrina: ABRATES, 2011. p.1.1-1.5.

LIU, C. C. et al. Influence of drought intensity on the response of six woody karst species subjected to successive cycles of drought and rewatering. **Physiol Plant**, v.139, n.1, p.39–54, 2010. Doi: 10.1111/j.1399-3054.2009.01341.x

LOPES, J. L. W. et al. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba: n. 68, p. 97-106, 2005.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**. v.31, n.5, p. 835-843. 2007.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa, São Paulo: Plantarum, 2002. v. 1. 378 p.

LUNA, T.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K. Containers. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D. (Ed.). Nursery manual for native plants: a guide for tribal nurseries. Nursery management. Agriculture Handbook 730. Washington. D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 2009. v. 1, p. 95-111.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, p. 176-177, 1962.

MALAVOLTA, E. O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. **Informações agronômicas**, Nº 121, Março, 2008. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/577D2D3419C67E5383257A90007EAEFB/\\$FILE/Page1-10-121.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/577D2D3419C67E5383257A90007EAEFB/$FILE/Page1-10-121.pdf)>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2017.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MANICA, I. Feijoa ou goiabeira-serrana. In: MANICA, I. (Ed.). **Frutas nativas, silvestres e exóticas: técnicas de produção e mercado feijoa, figo-da-índia, fruta-pão, jaca, lichia, mangaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. p.11-140.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa: UFV, 2007. 469p.

MARTINS, S. R. et al. Produção de melão em função de diferentes sistemas de condução de plantas em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 15-23, 1999.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. 1. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2009. v. 1. 270p.

MATTHEWS, S.; POWELL, A. A. Electrical conductivity vigour test: physiological basis and use. **Seed Testing Int**, v.131, p.32–35, 2006.

MAXWELL C.; JOHNSON, G.M. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, v.51, n.354, p.659-668, 2000.

MEDEIROS, A. C. S.; ABREU, D. C. A. Instruções para Testes de Germinação de Sementes Florestais Nativas da Mata Atlântica, Colombo, PR: EMBRAPA, Dezembro, 2005, **Comunicado técnico 151**.

MIGUEL, M. V.; MARCOS FILHO, J. Potassium leakage and maize seed physiological potential. **Scientia Agricola**, v.59, p.315–319, 2002.

MONTEITH, J. L. Reassessment of maximum growth rates for C3 and C4 crops. **Magazine Experimental Agriculture**, v.14, p.1-5. 1978.

MORAES NETO, S. P et al. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 779-789, 2003.

NAVE, A. G. et al. Descrição das ações operacionais de restauração. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERHAGEN, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. 1. ed. São Paulo: LERF/ESALQ :Instituto BioAtlântica, 2009. v. 1. 256 p

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

OLIET, J.A. et al. Nutrient loading of forest tree seedlings to promote stress resistance and field performance: a Mediterranean perspective. **New For**, v.44, p.649–669, 2013.

OLIVEIRA, R. B. de et al. 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.

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. **Fisiologia e produção vegetal**. Lavras, MG: Editora UFLA, 2006, 104p.

PINDYCK, R. S; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. Tradução de Eleutério Prado, Thelma Guimarães e Luciana do Amaral Teixeira. 7. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

PINHO, D. S. et al. A classificação fisiológica das sementes de espécies florestais nativas do Brasil quanto à capacidade de armazenamento permite que sejam adotadas condições de armazenamento adequadas para cada espécie. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.1, p.27-33, 2009.

POORTER, H. et al. Pot size matters: a meta-analysis of the effects of rooting volume on plant growth. **Funct. Plant Biol.**, v.39, p.839-850, 2012.

PRADO, R. de M. Absorção iônica radicular. In: PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008a. p.47-72.

PRADO, R. de M. Interação entre nutrientes. In: PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008b. p.341-354.

REIS, E. R. dos et al. Variabilidade dos parâmetros morfológicos em mudas de *Pinus elliottii* Engelm **Revista Cerne**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 141-146, abr./jun. 2008.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; ASSIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e abastecimento, 1983. 525p.

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2013. 385p.

RITCHIE, G. A. et al. Assessing plant quality. In: LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. **Seedling processing, storage, and outplanting**. Washington, US: Department of agriculture forest service. 2010. 200p.

RODRIGUES-JUNIOR, A. G. et al. Loss of desiccation tolerance and storage behavior in germinating seeds of *Senna multijuga*: implications for seed germination and conservation. **New Forests**, v.46, p.283–291, 2015. DOI 10.1007/s11056-014-9461-5.

RUBERTO, G.; TRINGALI, C. Secondary metabolites from the leaves of *Feijoa sellowiana* Berg. **Phytochemistry**, Oxford, n. 65, p. 2947-51, 2004.

RWEYONGEZA, D. M. et al. Heritability and correlations for biomass production and allocation in white spruce seedlings. **Silvae Genet**, v.54, p.228–235, 2005.

SANTOS, K. L. dos et al. *Acca sellowiana* (goiabeira-serrana). In: In: BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região sul**. Orgs: CORADIN, L; SIMINSKI, A.; REIS, A. Brasília: MMA, 2011. p.111-129.

SANTOS, C. M. R.; GUI-FERREIRA, A. ÁQUILA, M. E. A. Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p.13-20, 2004.

SBCS/CQFS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10ª Ed. Porto Alegre, RS: Evangraf LTDA, 2004, 440p.

SER - Society for ecological restoration international e policy working group. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. 2004, 16p. Disponível em: <http://c.ymcdn.com/sites/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/ser_primer.pdf>. Acesso em: 18 de Novembro de 2017.

SERRANO, L. A. L. et al. Sistema de blocos prensados e doses de adubo de liberação lenta na formação de porta-enxerto cítrico. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 441-447, 2006.

SHAO, H. B. et al. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. **C R Biol**, v.331, p.215–225, 2008a.

SHAO, H. B. et al. Primary antioxidant free radical scavenging and redox signaling pathways in higher plant cells. **Int J Biol Sci**, v.4, n.1, p.8–14, 2008b.

SHIMONO, A.; WASHITANI, I. Seedling emergence patterns and dormancy/germination physiology of *Primula modesta* in a subalpine region. **Ecol Res**, v.19, p.541–551, 2004.

SILVA, E. **Plantios florestais no Brasil**. Viçosa: UFV, 2012, 39p.

SILVA, A.; FERRAZ, I. D. K. Armazenamento de sementes. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; DA SILVA, A. (Orgs.). **Sementes Florestais Tropicais: da ecologia à produção**. Londrina-PR: ABRATES, p.219-242. 2015.

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

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal**. 2ª edição, Viçosa, MG: UFV, 2005, 178p.

SILVA, V. N. et al. Avaliação da morfologia interna de sementes de *Acca sellowiana* O. Berg por meio de análise de imagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.4, p.1158-1169, 2013.

SORREANO, M. C. M.; BOARETTO, A. E.; RODRIGUES, R. R. Diagnose foliar em espécies florestais nativas. In: PRADO, R. de M.; WADT, P. G. S. **Nutrição e adubação de espécies florestais e palmeiras**. Jaboticabal: FCAV/CAPES, 2014. p.439-458.

SORREANO, M. C. M.; RODRIGUES, R. R.; BOARETTO, A. E. **Guia de nutrição: para espécies florestais nativas**. São Paulo: oficina de textos, 2012. 256p.

SOUZA, A. L. de; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2013. 322p.

SOUZA, P. A. de. VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G. de. Adubação mineral de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). **Ciência florestal**, v.16, n.3, p.261-270, 2006.

STOWE, D. C. et al. Managing irrigation to reduce nutrient leaching in containerized white spruce seedling production. **New Forests**, v.40, p.185–204, 2010. DOI 10.1007/s11056-010-9193-0.

STREIT, M. N. et al. **As clorofilas**. *Ciência Rural*, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

STURION, J. A.; BELLOTE, A. F. J. Implantação de povoamentos florestais com espécies de rápido crescimento. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Brasília: Embrapa, 2000, p.209-218.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2013. 918p.

THORP, G.; BIELESKI, R. **Feijões: Origins, Cultivation and Uses**. HortResearch. Ed. David Bateman, 2002. 87p.

TONETTO, T. da S. **Levantamento fotográfico da espécie *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em viveiro e no campo**. Dados não publicados. 2014.

TONETTO, T. da S. **Levantamento fotográfico da espécie *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em viveiro e no campo**. Dados não publicados. 2015.

TONETTO, T. da S. **Levantamento fotográfico da espécie *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em viveiro e no campo**. Dados não publicados. 2016.

TONETTO, T. da S. **Levantamento fotográfico da espécie *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em viveiro e no campo**. Dados não publicados. 2018.

TORTELLI, G. **Controle do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* em plantas de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) (in vitro e in vivo) com óleo essencial de *Eucalyptus viminalis***. 24f. Curitiba: Notas de aula, 2012, 24f.

TRUBAT, R. et al. Nursery fertilization affects seedling traits but not field performance in *Quercus suber* L. **J. Arid Environ.**, v.74, p.491-497, 2010.

TSAKALDIMI, M. et al. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. **New For**, v.44, p.327-339, 2013.

TSUKAMOTO FILHO, A. de A. et al. Regime de Regas e Cobertura de Substrato Afetam o Crescimento Inicial de Mudanças de *Myracrodruon urundeuva*. **Floresta e Ambiente**, v.20, n.4, p.521-529, 2013.

VENCE, L.B. Disponibilidade de água-aire em substratos para plantas. **Ciencia del Suelo**, v.26, p.105-114, 2008.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. dos S.; SCARAMUZZA, J. F. Omissão de macronutrientes no desenvolvimento de mudas de mogno africano. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria-RS, v.2, n.3, p.72-83, 2014.

VIEILLEDENT, G. et al. A universal approach to estimate biomass and carbon stock in tropical forests using generic allometric models. **Ecol. Appl.**, v,22, p.572-583, 2012.

VIRGENS-FILHO, A. C.; MOREIRA, A.; CASTRO, P. R. de C. Efeitos da adubação NPK e da calagem na fertilidade do solo e na produção da seringueira no estado de São Paulo. **Agrotrópica**, v.15, nº 1, p.6 –68, 2003.

VITALE, V.; MIRANDA, G de M. Análise comparativa da viabilidade econômica de plantios de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* na região Centro-Sul do Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 3, p. 469-476, 2010.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. Colombo: Embrapa Florestas, Documentos 130. 2006.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. (Editores). **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo, PR: Embrapa florestas, 2010. 184p.

WENDLING, I.; GATTO, A. Substratos para produção de mudas. In: WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora. 2012. p.13-69.

WENDLING, I.; GATTO, A. Adubação na produção de mudas. In: WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. p.71-103, 2012.

YEAGER, T. H. Irrigation and nutrient management considerations for container nurseries. **University of Florida Extension Fact Sheet**, ENH 156, 2001.

ZHU, H. et al. Preliminary investigation of water and nutrient use, substrate temperature, and moisture in pot-in-pot production. In: Ohio State University Extension. **Ornamental plants annual reports and research reviews 2004**. Special Circular 195. Disponível em: <<http://ohioline.osu.edu/sc195/022.html>>. Acesso em: 29 de Novembro de 2017.

CAPÍTULO I – TECNOLOGIA E PRECIFICAÇÃO DE SEMENTES DE

Acca sellowiana (O. Berg) Burret

RESUMO

Os objetivos do presente estudo foram descrever para *A. sellowiana*: a) a morfometria de frutos e sementes; b) a morfologia da germinação; c) o substrato mais adequado; d) o local de armazenamento de sementes e; e) a precificação do quilo de sementes. Realizou-se no Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal, do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria a análise morfométrica de 100 frutos e sementes. As sementes das matrizes foram misturadas e homogeneizadas compondo o lote a ser estudado, o qual foi dividido em duas porções, uma destinada a caracterização do lote no tempo zero (Experimento 1) e, a outra direcionada ao armazenamento (Experimento 2). No Experimento 1, realizou-se o peso de mil sementes, grau de umidade e condutividade elétrica (25 sementes e 75 mL de água destilada). Verificou-se por meio do teste de germinação a morfologia e a escolha do substrato adequado à espécie, bem como a indicação para o Experimento 2. Os substratos avaliados foram papel mata-borrão, papel filtro, vermiculita, areia, ambos nos arranjos sobre e entre, além do rolo de papel. Além disso, procedeu-se o teste de sanidade para avaliar a qualidade sanitária do lote. Para o experimento 2, as sementes logo após beneficiadas foram armazenadas em quatro ambientes (câmara seca e fria – CSF com 7,5 °C e 55% UR; câmara úmida e fria - CUF com 8 °C e 80% UR; sala seca e fria – SSF com 18 °C e 49% de Umidade Relativa (UR) e ambiente de laboratório – ANC). Após seis, 12, 18 e 24 meses de armazenamento, realizaram-se os testes antes descritos, utilizando-se na germinação o substrato sobre areia. Para realizar a precificação das sementes de *A. sellowiana*, considerou-se uma amostra de 100 frutos. Para a morfometria de frutos e sementes, realizou-se a estatística descritiva e a construção de histogramas. O fruto de *A. sellowiana* se classifica como indeiscente, carnoso, globoso e polispérmico. O lote de no tempo zero apresentou peso de 1.000 sementes igual a 2,48 g, o que equivale, em média, a 401.808 sementes kg⁻¹. O grau de umidade (GU) para a espécie foi de 4,9%. A aferição da condutividade elétrica foi de 2,77 μS cm⁻¹ g⁻¹. O teste de germinação permitiu inferir que sete entre os nove substratos promoveram adequadas condições às sementes. Nove gêneros de fungos ocorreram associados as sementes. A CSF manteve, em torno de, 65% do percentual germinativo ao longo do tempo. A CUF diminuiu a capacidade germinativa das sementes significativamente ao longo do armazenamento. A SSF possibilitou germinação adequada até os 18 meses de armazenamento. Todavia, no ANC a perda foi de 100% já no primeiro ano de estocagem. Os frutos medem em média 22,79 mm de espessura e 26,76 mm de comprimento. As sementes possuem em média 1,74 mm de eixo de simetria apical-basal, 2,19 mm de eixo dorsi-ventral, 1,25 mm de espessura e 2,32 mm de comprimento. A germinação é epígea, fanerocotiledonar, com cotilédones foliáceos de coloração verde-escuro e filotaxia oposta cruzada. A germinação de sementes pode ser realizada no substrato sobre areia, na temperatura de 25°C e luz constante. O armazenamento das sementes em ambiente de câmara seca e fria é adequado à conservação das sementes por um período de 24 meses, bem como possui reduzida manifestação de patógenos. A condutividade elétrica (CE) permitiu inferir sobre a qualidade das sementes de *A. sellowiana*. Valores de CE de 2,77; 3,53 e 3,89 μS cm⁻¹ g⁻¹ como referência de sementes de elevada qualidade, enquanto, aferições de 4,97 e 5,16 μS cm⁻¹ g⁻¹ indicam baixa germinação e vigor. As sementes da espécie apresentaram comportamento não recalitrante no decorrer do armazenamento. O preço de um quilo de sementes custa R\$ 977,88.

Palavras-chave: Goiabeira-serrana. Fisiologia. Vigor de plântulas. Morfometria.

CHAPTER I - TECHNOLOGY AND SEEDS PRICE OF *Acca sellowiana*

(O. Berg) Burret

ABSTRACT

The objectives of the present study were to describe for *A. sellowiana*: a) the morphometry of fruits and seeds; b) the germination morphology; c) the most suitable substrate; d) the place of storage of seeds and; e) the price of the pound of seeds. The morphometric analysis of 100 fruits and seeds was carried out at the Forestry and Forest Nursery Laboratory, Department of Forestry, Federal University of Santa Maria. The seeds of the matrices were mixed and homogenized, composing the batch to be studied, which was divided into two parts, one for characterization of the batch at time zero (Experiment 1) and the other one for storage (Experiment 2). In Experiment 1, the weight of one thousand seeds, degree of humidity and electrical conductivity (25 seeds and 75 mL of distilled water) were performed. The morphology and choice of substrate suitable for the species and the indication for Experiment 2 were determined by the germination test. The substrates evaluated were blotting paper, filter paper, vermiculite, sand, both in the between, in addition to the roll of paper. In addition, the sanitary test was carried out to evaluate the sanitary quality of the lot. For the experiment 2, the seeds were stored in four different environments (cold and dry chamber - CSF at 5 °C and 55% RH; wet and cold chamber - CUF at 8 °C and 80% RH; dry and cold room - SSF with 18 °C and 49% Relative Humidity (RH) and laboratory environment - ANC). After six, 12, 18 and 24 months of storage, the tests described above were carried out, using the substrate on sand in the germination. In order to carry out the pricing of *A. sellowiana* seeds, a sample of 100 fruits was considered. For the fruit and seed morphometry, the descriptive statistics and the construction of histograms were performed. The fruit of *A. sellowiana* is classified as indehiscent, fleshy, globose and polyspermic. The zero-time batch presented a weight of 1,000 seeds equal to 2.48 g, which is equivalent, on average, to 401,808 kg⁻¹ seeds. The degree of moisture (DM) for the species was 4.9%. The electrical conductivity measurement was 2.77 μS cm⁻¹ g⁻¹. The germination test allowed to infer that seven among the nine substrates promoted adequate conditions to the seeds. Nine genera of fungi occurred associated with the seeds. The CSF maintained, around 65% of the germinative percentage over time. CUF decreased the germination capacity of the seeds significantly throughout the storage. SSF allowed adequate germination up to 18 months of storage. However, in the ANC the loss was 100% in the first year of storage. The fruits measure in average 22,79 mm of thickness and 26,76 mm of length. The seeds have on average 1.74 mm of axis of apical-basal symmetry, 2.19 mm of dorsi-ventral axis, 1.25 mm of thickness and 2.32 mm of length. The germination is epigeous, phanerocotonar, with foliaceous cotyledons of dark green coloration and opposite cross-phyllaxia. Seed germination can be performed on the substrate on sand at 25 °C and constant light. Seed storage in a dry and cold chamber environment is adequate for the conservation of seeds for a period of 24 months, as well as a reduced expression of pathogens. The electrical conductivity (EC) allowed to infer about the quality of the seeds of *A. sellowiana*. EC values of 2.77; 3.53 and 3.89 μS cm⁻¹ g⁻¹ as reference for high-quality seeds, while measurements of 4.97 and 5.16 μS cm⁻¹ g⁻¹ indicate low germination and vigor. Seeds of the species presented non-recalcitrant behavior during storage. The price of one kilo of seeds costs R\$ 977.88.

Key-words: Goiabeira-serrana. Vigor of seedlings. Morphometry.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade das sementes é fundamental para a conservação dos materiais genéticos, sendo que diversos atributos podem ser indicadores da condição do lote. Paralelamente, de acordo com as características das sementes, é necessário adotar procedimentos específicos para análise do lote.

A morfometria de frutos e sementes pode fornecer subsídios sobre a dispersão, o processo germinativo, bem como sobre a qualidade de sementes. O tamanho da semente tem sido utilizado para ajudar a distinguir espécies não pioneiras e pioneiras (BASKIN; BASKIN, 2014).

O entendimento sobre o substrato utilizado na análise laboratorial gera informações, que visam determinar o meio adequado à germinação. Além disso, deve-se conhecer as fases durante o processo de germinação, pois por meio dessas é possível conhecer os estágios de desenvolvimento, condição normal e anormal das plântulas. Simultaneamente, tem-se a necessidade do estabelecimento de protocolos quanto à correta forma de estocagem das sementes, permitindo a conservação por maiores períodos de tempo.

Outro fator considerável se refere aos patógenos que se associam às sementes florestais, pois sua ocorrência poderá comprometer a qualidade dos lotes. Alguns fungos podem encontrar condições ótimas de proliferação em determinados locais de estocagem, devido a temperatura e umidade relativa presentes e, com isso, a capacidade germinativa das sementes se torna reduzida ou nula, limitando, conseqüentemente, a produção de mudas.

Nesse sentido, pretende-se estudar a espécie *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret (goiabeira-serrana) pertencente à família Myrtaceae, sendo classificada como pioneira, heliófita e seletiva higrófito (LORENZI, 2002). A espécie é uma arvoretta característica e exclusiva dos Campos e pinhais do planalto meridional e, Escudo Rio-grandense (REITZ; KLEIN; ASSIS, 1983) e, também no extremo Sul do Brasil.

A obtenção de sementes de goiabeira-serrana é realizada diretamente nas árvores, assim que iniciam a queda espontânea dos frutos, sendo necessário despulpá-lo manualmente sob água corrente utilizando peneira. As sementes devem ser semeadas logo que colhidas, sendo a germinação considerada lenta (entre 30 e 50 dias) (BACKES; IRGANG, 2009), atingindo baixos percentuais (LORENZI, 2002). A espécie possui vistosas flores servindo como alimento à fauna, sendo indicada para reflorestamentos nas margens de reservatórios e de matas nativas (REITZ; KLEIN; ASSIS, 1983). *A. sellowiana* possui sementes fotoblásticas positivas ou

fotoblásticas positivas relativas, as quais permitem armazenamento por longo período sob refrigeração (SANTOS et al., 2011).

Por meio da análise morfológica e de testes físicos (grau de umidade, peso de mil sementes e número de sementes por quilograma), fisiológicos (germinação, condutividade elétrica) e sanitários (sanidade), caracteriza-se o lote de sementes. Uma análise conjunta desses atributos ratifica a qualidade do lote, além de prover contribuições voltadas ao semeio e conservação *ex situ* de sementes florestais.

Nesse intuito, sementes de *A. sellowiana* mantiveram níveis aceitáveis de vigor quando armazenadas em câmara fria (4°C e, 60% de umidade relativa) (SARMENTO et al., 2013). A principal forma de propagação da goiabeira-serrana é pela via sexuada, sendo essencial a redução das dificuldades que possam intervir na qualidade sanitária das sementes, visando à produção de mudas sadias (ROCHA; FACHINELLO; SCHUCH, 1994).

As sementes de espécies florestais, como a *A. sellowiana*, são parte integrante dos produtos florestais não madeireiros, ocupando, dessa forma, um importante papel no mercado, que pode ser uma fonte de renda extra. Assim, conhecer como a precificação do quilo de sementes é relevante do ponto de vista dos critérios técnicos, financeiros, econômicos, sociais e ambientais, pois se estabelece a relação número de frutos/número de sementes por quilo, qual o preço envolvido, atende ao nicho de mercado, possibilita a remuneração sobre a produção, o que pode assegurar a perpetuação de espécies nativas em remanescentes florestais. Contudo, para suprir a demanda é preciso que se atendam aos requisitos legais conforme a Lei 10.711 e decreto 5.153 de 23 de julho de 2004 que trata do Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM) e do Registro de Áreas e Matrizes (RENAM).

Dessa forma, os objetivos do presente estudo foram descrever para *A. sellowiana*: a) a morfometria de frutos e sementes; b) a morfologia da germinação; c) o substrato mais adequado; d) o local de armazenamento de sementes e; e) a precificação do quilo de sementes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta, morfometria, extração, beneficiamento de sementes e local de pesquisa

A coleta de sementes foi realizada em Santa Maria, RS que conforme a classificação de Köppen apresenta clima do tipo “Cfa” (subtropical úmido) (ALVARES et al., 2013), caracterizado por temperatura média do mês mais frio entre -3 e 18°C, do mês mais quente superior a 22°C e altitude de 95 m (IMET, 2017). Conforme o mesmo instituto, a precipitação média anual é de 1.769 mm, apresentando quatro estações distintas, cujos meses mais frios ocorrem entre junho e agosto, e os mais quentes entre dezembro e março.

Os frutos de *Acca sellowiana* foram coletados diretamente de 15 árvores matrizes, em população natural, as quais estavam distantes 100 m entre si, observando-se para a coleta os critérios de sanidade (ausência de pragas e incidência de doenças), aspectos morfológicos (altura e diâmetro a altura do peito) e copa bem formada.

A coleta ocorreu em março de 2014, quando os frutos se desprendiam do pedúnculo, antes da queda espontânea, no município de Santa Maria, RS (29°46'15”S e 53°32'45”O). Após, os mesmos foram transportados até o Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal (29°43'14”S e 53°43'15”O), do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

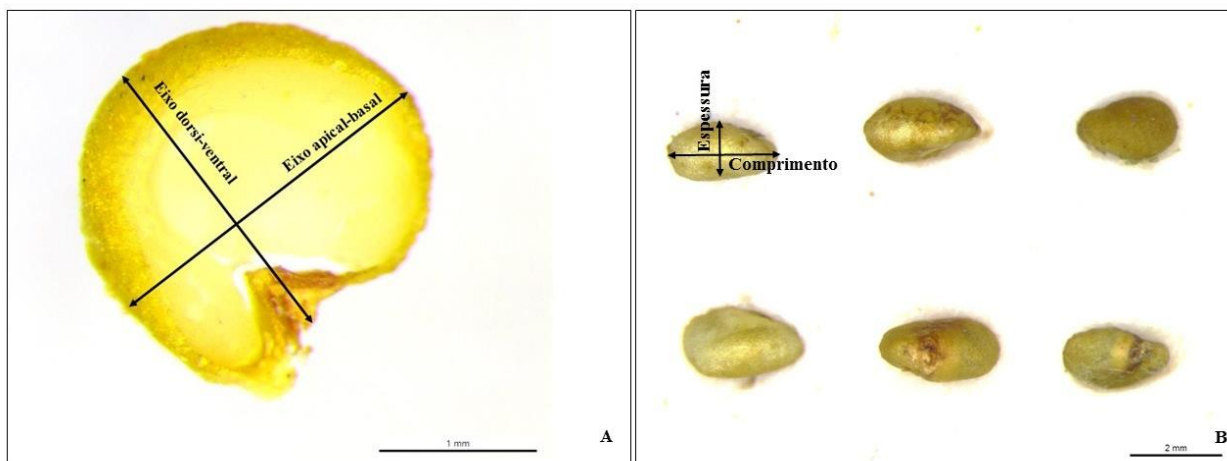
2.1.1 Análise morfométrica de frutos e sementes

Em laboratório, foram separados 100 frutos, selecionados aleatoriamente para análise. As observações consistiram em pesagem em balança analítica de precisão (0,001 g) e obtenção das dimensões (espessura e comprimento) com auxílio de paquímetro digital, o que correspondeu a morfometria. Após, efetuou-se a extração e pesagem das sementes, individualmente em cada fruto.

Do mesmo modo, selecionaram-se 100 sementes, as quais foram pesadas e levadas até o Laboratório de Botânica Estrutural (UFSM) para mensuração do comprimento dos eixos de simetria (apical-basal e, dorsi-ventral), espessura e o comprimento (Figura 2). Para tanto foi

utilizado um estereomicroscópio Leica M80, com câmera acoplada Leica DF295 e, software LAS Core.

Figura 2 – Eixos de simetria apical-basal e dorsi-ventral no sentido longitudinal (A) e, comprimento e espessura no sentido transversal (B) em sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret, barras de escala 1,00 e 2,00 mm, respectivamente.



Fonte: Tonetto (2016)

Fonte: Tonetto (2016).

2.1.2 Extração e beneficiamento

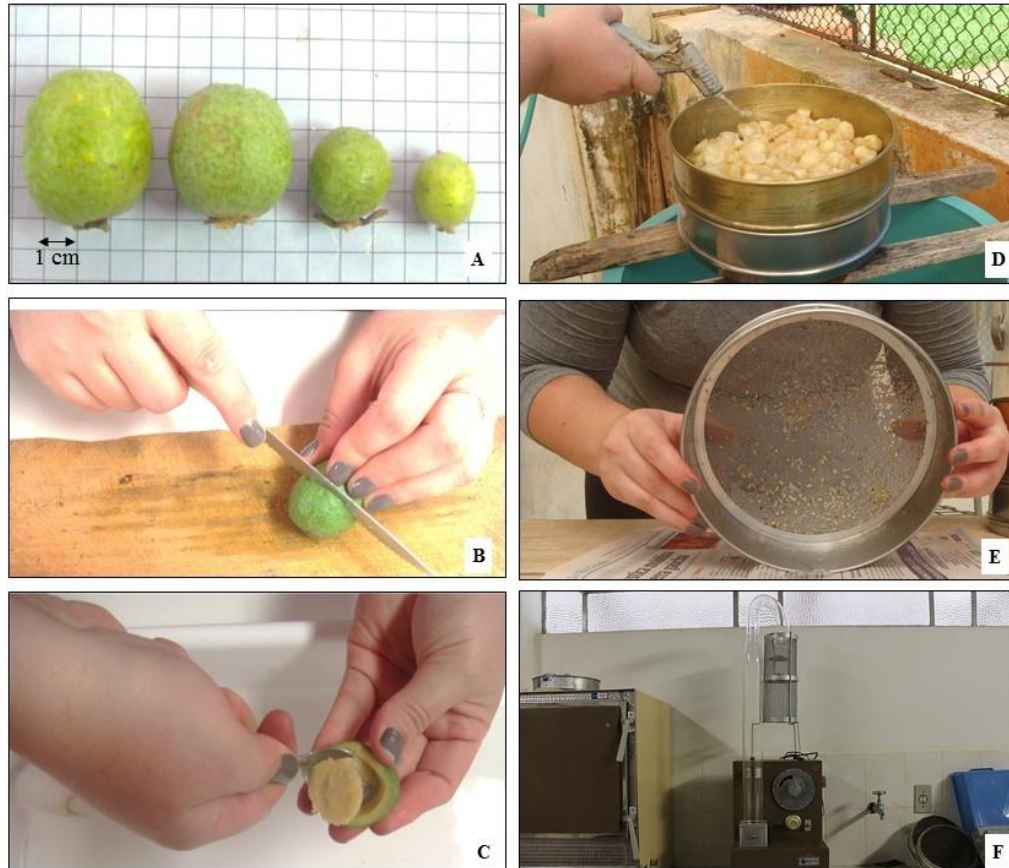
Parte dos frutos, depois de colhidos, foram despulpados manualmente (Figura 3 A e B), sendo colocados em bandejas com água para a imediata extração das sementes com o uso de peneira malha número 4, em água corrente (Figura 3 C, D e E). Posteriormente, foi realizado o beneficiamento a fim de separar as impurezas e as sementes aparentemente inviáveis (Figura 3 F).

Após o beneficiamento, as sementes foram deixadas sob papel absorvente em bancada de laboratório em temperatura ambiente, ocorrendo a “cura”, utilizada para a retirada do excesso de água. Posteriormente, as sementes foram colocadas em um soprador para a retirada de impurezas (Figura 3F).

Decorridos todos esses procedimentos as sementes das 15 matrizes foram misturadas e homogeneizadas compondo, então, o lote a ser estudado. Como o estudo foi dirigido a distintas análises (Experimentos 1 e 2), procedeu-se a divisão em duas porções, uma destinada a

caracterização do lote no tempo zero e, a outra direcionada ao armazenamento.

Figura 3 – Extração e beneficiamento de frutos de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret para obtenção de sementes, Santa Maria, RS



Fonte: Tonetto (2014)

A = Fruto; B = Corte; C = Despolpe manual; D = Uso de água corrente e peneira de malha número 4; E = Retirada do excesso de água sobre jornal e; F = Retirada de impurezas com uso do soprador de sementes. Fonte: Tonetto (2014).

2.2 Experimento 1 – Caracterização inicial do lote de sementes e morfologia de *A. sellowiana*

No experimento 1, realizou-se a caracterização do peso de mil sementes, grau de umidade e condutividade elétrica das sementes. Após, verificou-se por meio do teste de germinação preliminar e a pré-seleção do substrato, a morfologia, bem como a indicação para o experimento 2. Além disso, procedeu-se o teste de sanidade (*blotter test*).

2.2.1 Peso de mil sementes e grau de umidade

Após a formação do lote de sementes, estimou-se o peso de mil sementes de acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS) utilizando oito repetições de 100 sementes (BRASIL, 2009a), análise que permitiu estabelecer, o número de sementes por quilograma.

O grau de umidade (GU) das sementes foi obtido utilizando-se o método de estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas (BRASIL, 2009a), com quatro repetições de 25 sementes, resultando na média aritmética das porcentagens das repetições.

$$GU (\%) = \frac{P (g) - p (g)}{P (g) - t(g)} \times 100$$

Sendo: GU = grau de umidade; P = peso recipiente com as sementes antes da secagem; p = peso recipiente com as sementes após a secagem; t = peso recipiente.

2.2.2 Condutividade elétrica massal das sementes para o tempo zero

A condutividade elétrica foi efetuada pelo método massal. Primeiramente, pesaram-se 25 sementes em balança digital de precisão do tipo capela (0,001 g). Posteriormente, essas foram colocadas em recipientes plásticos de 200 mL, com 75 mL de água destilada, utilizando quatro repetições. Os recipientes foram cobertos com papel alumínio e incubados em câmara de germinação a 25 °C, por 24 horas (VIEIRA, 1994). Juntamente a esses recipientes, deixou-se 200 mL de água destilada e, o padrão de condutividade (1.408 mS cm^{-1}) para calibrar o condutímetro, para que todo material utilizado estivesse na mesma condição de temperatura.

Decorrido esse tempo, realizou-se a calibração e ajuste do condutímetro, por meio do padrão de condutividade. Após, lavaram-se os eletrodos com água destilada e procedeu-se a leitura da condutividade elétrica da água. Posteriormente, efetuou-se a homogeneização da solução, agitando-a levemente em movimentos circulares, sendo, então, medida a condutividade elétrica (CE) das amostras com sementes. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, obtidos por meio da fórmula proposta por Vieira e Krzyzanowski (1999):

$$CE \text{ sementes} = \frac{CE \text{ amostra } (\mu\text{S cm}^{-1}) - CE \text{ água destilada } (\mu\text{S cm}^{-1})}{\text{Peso da amostra de sementes (g)}}$$

Sendo: condutividade elétrica (CE).

2.2.3 Análise de substrato para germinação e morfologia de plântulas de *A. sellowiana*

A análise inicial, realizada no tempo zero, visou testar o substrato adequado à germinação da espécie, bem como aferir sobre a qualidade do lote de sementes. Esse teste foi realizado em abril de 2014, por meio do teste de germinação, o qual foi realizado em caixas de plástico transparente, tipo *gerbox* nas dimensões 11x11x4 cm (com exceção do substrato rolo de papel), com quatro repetições de 25 sementes, testando-se nove substratos (tratamentos) (Tabela 5).

Tabela 5 – Teste de substrato à germinação de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

Tratamento	Quantidade de substrato	Umidade do substrato (mL)
Sobre papel mata-borrão	2 folhas	2,5 vezes o peso do papel
Entre papel mata-borrão	2 folhas embaixo das sementes e 1 sobre	2,5 vezes o peso do papel
Sobre papel filtro	2 folhas	2,5 vezes o peso do papel
Entre papel filtro	2 folhas embaixo das sementes e 1 sobre	2,5 vezes o peso do papel
Sobre vermiculita*	27 g	83
Entre vermiculita*	17 g embaixo das sementes e 10 sobre	83
Sobre areia**	300 g	44
Entre areia**	200 g embaixo das sementes e 100 sobre	44
Rolo de papel***	3 folhas	2,5 vezes o peso do papel

*granulometria média; ** fina e peneirada, com malha de 0,84 mm; ***no germinador colocado dentro de saco plástico a fim de evitar o ressecamento. Fonte: BRASIL (2009a); BRASIL (2013).

Para o cálculo da quantidade de água a ser adicionada no substrato areia, considerou-se um volume de água para 60% da capacidade de campo (BRASIL, 2009a), adotando-se o mesmo procedimento para vermiculita (BRASIL, 2013). Todos os substratos e água destilada foram esterilizados, previamente, em autoclave (120°C por 2 h) e, a assepsia dos *gerbox* foi efetuada com hipoclorito de sódio 1% e álcool 70° GL.

A desinfestação das sementes foi efetuada com detergente neutro³ por cinco minutos, após essas foram lavadas sob peneira por três vezes com água destilada (BRASIL, 2011). Em seguida, as sementes foram dispostas sobre ou entre os substratos, assim os tratamentos foram conduzidos à câmara de germinação do tipo *Mangelsdorf* (25±3°C e, fotoperíodo de 24h - luz constante).

Constatado o início da germinação, procederam-se as contagens, as quais foram realizadas a cada três dias até o encerramento do teste. O teste de germinação teve duração de

³ Cinco gotas de detergente neutro a cada 100 mL de água destilada.

33 dias. Dessa forma, considerou-se a plântula germinada do ponto de vista da tecnologia de sementes (plântulas normais) as que apresentaram visíveis todas às estruturas essenciais (raiz primária, hipocótilo, epicótilo e cotilédones) (BRASIL, 2009a). A partir desses dados foram calculadas as porcentagens de plântulas normais, plântulas anormais, sementes mortas, primeira contagem (PC) e última contagem (UC). Avaliou-se também o índice de velocidade e tempo médio de germinação (IVG e TMG, respectivamente) (MAGUIRE, 1962).

$$IVG = \sum \left(\frac{n_i}{t_i} \right)$$

Sendo: IVG = índice de velocidade de germinação – adimensional; n_i = número de sementes que germinaram no tempo ‘i’; t_i = tempo após instalação do teste.

$$TMG = \frac{\sum(n_i \times t_i)}{\sum n_i}$$

Sendo: TMG = tempo médio de germinação – unidade: dias; n_i = número de sementes que germinaram no tempo ‘i’; t_i = tempo após instalação do teste.

Outra análise realizada foi o teste de sanidade (*blotter test*), o qual foi realizado no Laboratório de Fitopatologia Elocy Minussi do Departamento de Defesa Fitossanitária, UFSM (29°43’06’’S e 53°43’00’’O). Para isso, primeiramente, as caixas *gerbox* foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio 1% e álcool 70° GL. Após, essas foram forradas com duas folhas de papel filtro e umedecidas com água destilada, ambos foram autoclavados, sendo então distribuídas as sementes (sem desinfestação) sobre o papel (BRASIL, 2009b). O teste utilizou quatro repetições de 25 sementes. Posteriormente, procedeu-se a incubação das caixas em câmara com temperatura controlada a 25±2°C e fotoperíodo de 12 horas de luz fluorescente (irradiância de 440 mW cm⁻²), durante sete dias. Decorrido esse período, efetuou-se a identificação e quantificação dos fungos com auxílio de microscópio estereoscópico e óptico com o auxílio das descrições e ilustrações dos gêneros fúngicos de Barnett e Hunter (1999).

Além disso, foi avaliada a morfologia da germinação de sementes por meio de registro fotográfico com câmera digital Nikon D3200 a uma distância focal de 55 mm, (zoom 1.4), apoiada em uma estrutura fixa com altura de 50 cm, sendo as imagens editadas no Adobe Photoshop CS6® e Adobe Photoshop Lightroom 5®. Para avaliação da estrutura da plântula formada, procedeu-se o semeio em viveiro sob substrato a base de turfa, sendo observado o desenvolvimento por 114 dias após a semeadura. As imagens foram obtidas no decorrer do desenvolvimento desde a semente, germinação, plântula normal até a formação de raízes secundárias.

2.3 Experimento 2 – Teste de armazenamento das sementes de *A. sellowiana*

O armazenamento das sementes foi realizado em maio de 2014 em embalagem de polietileno (90 µm de espessura) lacradas em máquina de selagem, contendo cerca de 135 g de sementes (aproximadamente, 13.000 unidades), as quais não foram secas. As mesmas foram alocadas dentro de tambores de papel Kraft, permanecendo em quatro ambientes (Tabela 6). As sementes ficaram armazenadas e amostras de cada ambiente foram retiradas aos 180, 360, 540 e 720 dias após o armazenamento (seis, 12, 18 e 24 meses), quando foram realizados testes em novembro de 2014, maio e novembro de 2015 e, maio de 2016.

Tabela 6 – Locais de armazenamento das sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

Tratamento	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)
Câmara seca e fria	7,5	55
Câmara úmida e fria	8	80
Sala seca e fria*	18	49
Ambiente não controlado**	NC	NC

*sala de 1,5 m² com ar condicionado climatizador e desumidificador; **ambiente de laboratório; NC = não controlado.

Para os testes realizados após os períodos de armazenamento, inicialmente homogeneizaram-se as sementes dentro de cada armazenamento, procedendo a determinação do peso de mil sementes, o grau de umidade e condutividade elétrica, os quais seguiram as metodologias dos Itens 2.2.1 e 2.2.2. O teste de germinação foi instalado seguindo os mesmos procedimentos descritos anteriormente, porém, foi adotado o substrato sobre areia, com cinco repetições de 25 sementes para cada tratamento. Os testes de germinação tiveram duração de 31, 35, 35 e, 31 dias, respectivamente. O teste de sanidade foi realizado para cada ambiente de armazenamento, seguindo o mesmo método do Item 2.2.3.

2.4 Precificação da coleta e do manejo do quilo das sementes

Para realizar a precificação das sementes, considerou-se uma amostra de 100 frutos. Para efetuar a operação de pesagem foram necessários 1 béquer e, 1 balança de precisão do tipo capela (0,001 g). Após, efetuou-se a extração das sementes utilizando 1 faca, 1 colher de café

e, 1 bacia com água. Posteriormente, executou-se o beneficiamento, com o objetivo de manter somente as sementes, levou-se a polpa do fruto sobre peneira de malha 4 mm até um local com água corrente, macerando-se cuidadosamente para não haver danos à semente. Pesando-se somente as sementes em balança de precisão do tipo capela (0,001 g).

Assim, calculou-se a relação fruto-semente:

$$\text{Relação fruto-semente} = \frac{\text{peso bruto frutos (g)}}{\text{peso líquido sementes (g)}}$$

Considerando uma diária trabalhada de 8h, verificou-se o valor da hora-homem:

$$\frac{h}{H} = \frac{\text{valor da diária}}{\text{quantidade de horas da diária}}$$

Conforme o tempo gasto nas atividades, calculou-se o que a pessoa irá receber:

$$\frac{\text{R\$}}{\text{Tempo total atividades}} = \frac{\frac{h}{H} \times \text{tempo total das atividades}}{60 \text{ minutos}}$$

Após, realizou-se o cálculo para verificar quantos frutos são requeridos para que se tenha um quilo dos mesmos:

$$\text{Número frutos/quilo} = \frac{1.000 \text{ g} \times \text{número frutos amostra}}{\text{peso bruto frutos}}$$

Da mesma forma, calculou-se quantas sementes estão contidas em um quilo:

$$\text{Número sementes/quilo} = \frac{1.000 \text{ g} \times \text{número sementes amostra}}{\text{peso líquido sementes}}$$

Assim, foi estabelecido o tempo empregado para a obtenção de um quilo de sementes:

$$\text{Tempo/quilo} = \frac{1.000 \text{ g} \times \text{tempo total}}{\text{peso líquido sementes}}$$

Por fim, foi mensurado o custo de um quilo de sementes, não sendo considerada a depreciação dos materiais e/ou equipamentos, bem como o custo da coleta. Portanto, um quilo de sementes custa:

$$\frac{\text{Custo}}{\text{quilo}} = \frac{1.000 \text{ g} \times \frac{h}{H}}{\text{peso líquido sementes}}$$

2.5 Delineamento e análise estatística

Para a morfometria de frutos e sementes, realizou-se a estatística descritiva, que correspondeu ao valor máximo e mínimo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação. Além

da construção de histogramas para identificar o padrão de distribuição das características biométricas.

O delineamento experimental adotado para os dois experimentos foi inteiramente casualizado (DIC). Os dados passaram por testes para verificar se os mesmos atenderam aos pressupostos de normalidade dos resíduos e homocedasticidade (homogeneidade de variâncias) por meio de testes de Shapiro-Wilk e Bartlett ($p < 0,05$), respectivamente. No caso de alguma dessas pressuposições não ter sido atendida foi realizada a transformação dos dados (SANTANA; RANAL, 2004). Para dados em porcentagem a transformação foi feita em arco seno $\sqrt{X/100}$ e, para os demais $\sqrt{X + 0,5}$, sendo $X =$ variável.

A análise estatística foi efetuada com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2014), submetendo os dados, primeiramente, à análise de variância (ANOVA). Quando constatada diferença entre os tratamentos pelo teste F ($p < 0,05$), efetuou-se a comparação de médias pelo teste Scott-Knott e/ou regressão polinomial a 5% de probabilidade de erro.

3 RESULTADOS

3.1 Morfometria de frutos e sementes de *Acca sellowiana*

O fruto de *Acca sellowiana* se classifica como carnosos, indeiscente, globoso e polispérmico. Possui epicarpo verde-escuro quando atinge maturidade. Os frutos mediram entre 6,63 e 38,22 mm de espessura e, entre 12,00 e 45,23 mm de comprimento (coeficiente de variação – CV = 6,82) (Tabela 7).

Tabela 7 - Morfometria de frutos de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

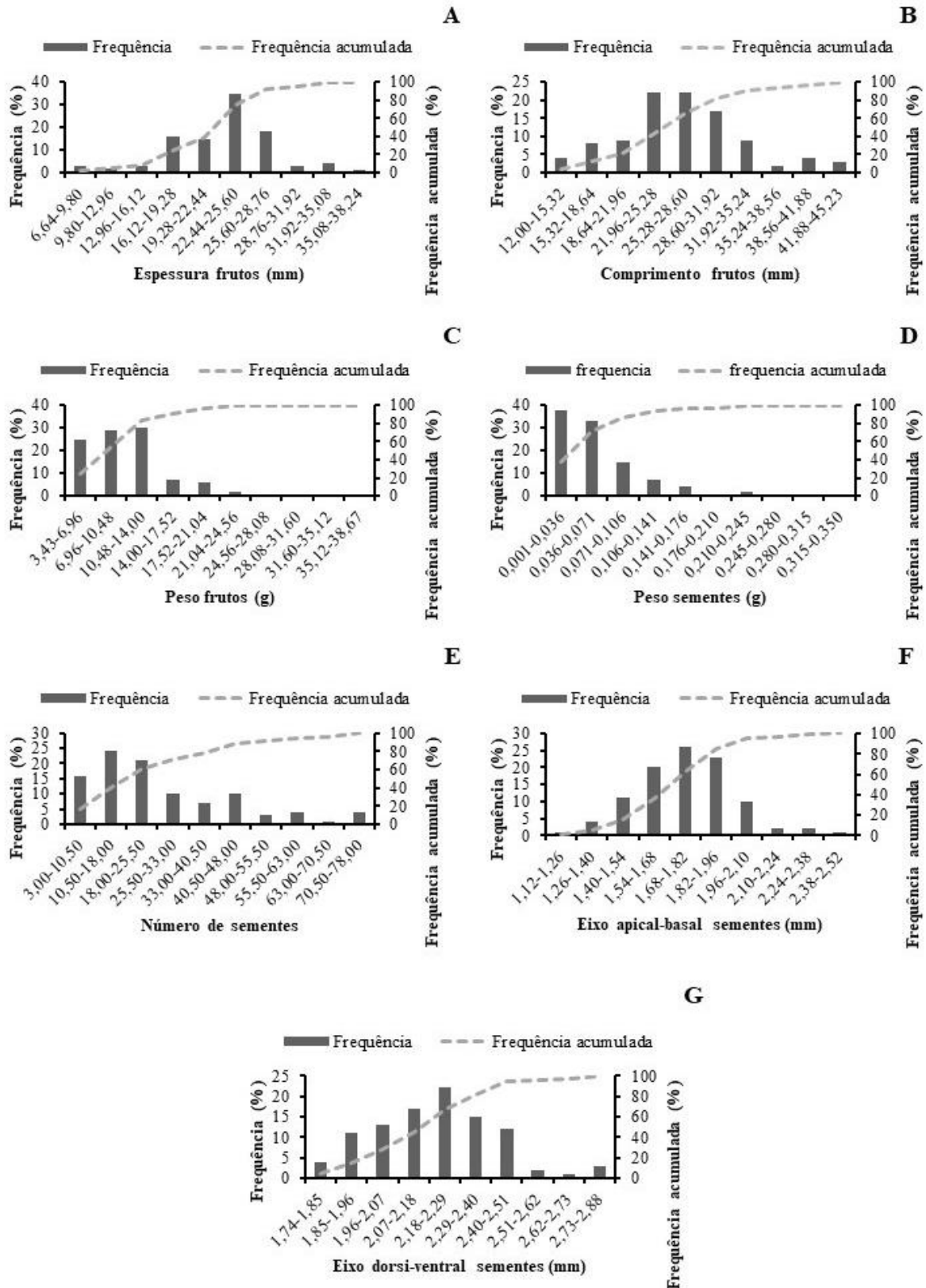
Parâmetros	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Peso fruto (g)	Peso casca (g)	Peso polpa (g)	Peso sementes (g fruto ⁻¹)	Nº de sementes fruto ⁻¹
Mínimo	6,63	12,00	3,43	1,85	0,038	0,01	3
Máximo	38,22	45,23	38,67	23,39	21,00	0,35	78
X ± S	22,79±5,29	26,79 ± 6,82	10,51 ± 5,10	7,00 ± 3,69	4,45 ± 3,35	0,06 ± 0,05	27 ± 19
CV (%)	5,30	6,82	5,11	3,70	3,36	0,05	18,16

X = média; S= desvio padrão; CV = coeficiente de variação; n = 100.

O peso dos frutos variou de 3,43 a 38,67, o que representa em média 10,51 g, desse valor 7,00 e 4,45 g são provenientes da casca e da polpa, respectivamente e, apenas 0,06±0,05 g são advindos das sementes. Valor esse que representa um fruto com 27±19 sementes (CV = 18,16%).

A análise dos dados de espessura, comprimento, peso do fruto, peso da polpa, peso de sementes e número de sementes por fruto atendeu aos pressupostos de normalidade ($p > 0,05$). A distribuição de frequências dos frutos evidenciou como classe mais expressiva a de 22,44-25,60 mm para a espessura, o que representa 35%; de 21,96-25,80 e de 25,80-28,60 mm para o comprimento (44%) e peso de frutos de 10,48-14,00 g (30%) (Figura 4 A, B e C). O peso das sementes contidas nos frutos foi mais representativo na classe de 0,001-0,036 g, o que equivale a 38% e, o número dessas de 10,50-18,00 (24%) (Figura 4 D e E).

Figura 4 – Frequência e frequência acumulada da espessura (A), do comprimento (B), peso dos frutos (C), peso das sementes (D) e número de sementes (E) presentes nos frutos, eixo apical-basal (F) e eixo dorsi-ventral (G) nas sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret



Os eixos de simetria apical-basal e dorsi-ventral das sementes mediram, respectivamente, entre 1,14 e 2,50 mm e; 1,75 e 2,88 mm. Com relação a espessura, das mesmas, essa variou de 0,80 a 1,72 mm e, o comprimento de 1,84 a 3,00 mm (Tabela 8).

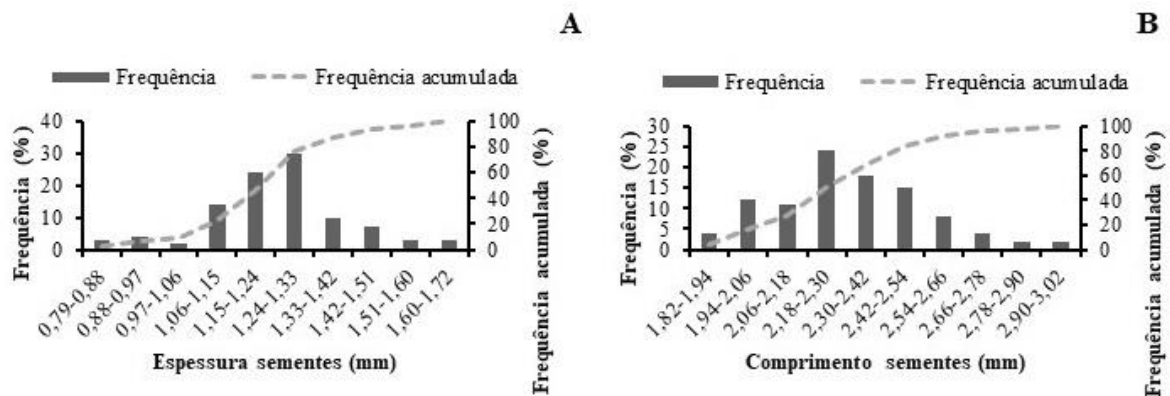
Tabela 8 – Morfometria de sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

Parâmetros	Eixo de simetria		Espessura (mm)	Comprimento (mm)
	Apical-basal (mm)	Dorsi-ventral (mm)		
Mínimo	1,14	1,75	0,80	1,84
Máximo	2,50	2,88	1,72	3,00
X ± S	1,74±0,23	2,19±0,22	1,25±0,16	2,32±0,24
CV (%)	0,23	0,22	0,16	0,24

X = média; S = desvio-padrão; CV = coeficiente de variação; n = 100.

A classe com maior frequência para o eixo apical-basal foi de 1,68 a 1,82 (26%), para o eixo dorsi-ventral de 2,18 a 2,29 (22%) (Figura 4 F e G). A espessura das sementes esteve melhor representada no intervalo de 1,24 a 1,33 (30%) e, o comprimento de 2,18 a 2,30 (24%) (Figura 5).

Figura 5 – Frequência e frequência acumulada da espessura (A) e do comprimento (B) nas sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret



3.2 Caracterização inicial do lote de sementes e morfologia de *A. sellowiana*

O lote de *A. sellowiana* no tempo zero apresentou peso de 1.000 sementes igual a $2,48 \pm 0,004$ g, com coeficiente de variação (CV) de 1,80%, o que equivale, em média, a 401.808 sementes kg^{-1} . O grau de umidade (GU) para a espécie foi de $4,9 \pm 2,1\%$ (CV = 1,80%). A

aferição da condutividade elétrica foi de $2,77 \pm 1,00 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (CV = 36,14%).

A primeira e última contagem podem ser realizadas em 21 e 35 dias, respectivamente, após a instalação do teste. A primeira contagem pode ser realizada no momento em que 50% das sementes estiverem germinadas.

O teste de germinação (plântulas normais – G%) permitiu inferir que sete entre os nove substratos promoveram adequadas condições às sementes de *A. sellowiana* (Tabela 9 e Apêndice A). Contudo, observa-se que os tratamentos entre areia e rolo de papel apresentaram as menores médias.

Tabela 9 – Plântulas normais (G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), plântulas anormais (AN) e sementes mortas (M) para *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em diferentes substratos no teste de germinação no tempo zero, Santa Maria, RS

Tratamento	G (%)	IVG	TMG (dias)	AN (%)	M (%)
SPMB	80 a*	0,76 b	21,49 a	5 ^{ns}	15 a
EPMB	83 a	0,80 a	21,00 a	6	11 a
SPF	82 a	0,71 b	25,67 b	5	13 a
EPF	82 a	0,73 b	24,87 b	10	8 a
SV	88 a	0,83 a	21,75 a	0	12 a
EV	96 a	0,93 a	20,30 a	1	3 a
SA	86 a	0,86 a	18,28 a	7	7 a
EA	62 b	0,62 b	16,84 a	2	36 b
RP	74 b	0,68 b	23,19 b	13	13 a
Média	81,44	0,77	21,49	5,44	13,11
CV (%)	11,49	13,74	14,50	98,72	76,67

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. ns = não significativo; CV = coeficiente de variação; SPMB – sobre papel mata borrão; EPMB – entre papel mata borrão; SPF – sobre papel filtro; EPF – entre papel filtro; SV – sobre vermiculita, EV – entre vermiculita; SA – sobre areia; EA – entre areia; RP – rolo de papel.

O índice de velocidade e o tempo médio de germinação, respectivamente, confirmam os resultados advindos das melhores taxas germinativas. Assim, os substratos entre papel mata-borrão, entre e sobre vermiculita; sobre areia possibilitam maior rapidez à conclusão dos testes (Tabela 9).

A análise de plântulas anormais (AN) não foi significativa a 5% de probabilidade de erro para os diferentes tratamentos, enquanto, a porcentagem de sementes mortas confirmou a inferioridade do entre areia para germinação de *A. sellowiana* (Tabela 9).

A análise sanitária do lote permitiu identificar e quantificar os fungos presentes nos sementes de *A. sellowiana*. Assim, os patógenos associados às sementes pertencem a nove gêneros (Tabela 10). Os fungos *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. incidiram em 81% das sementes.

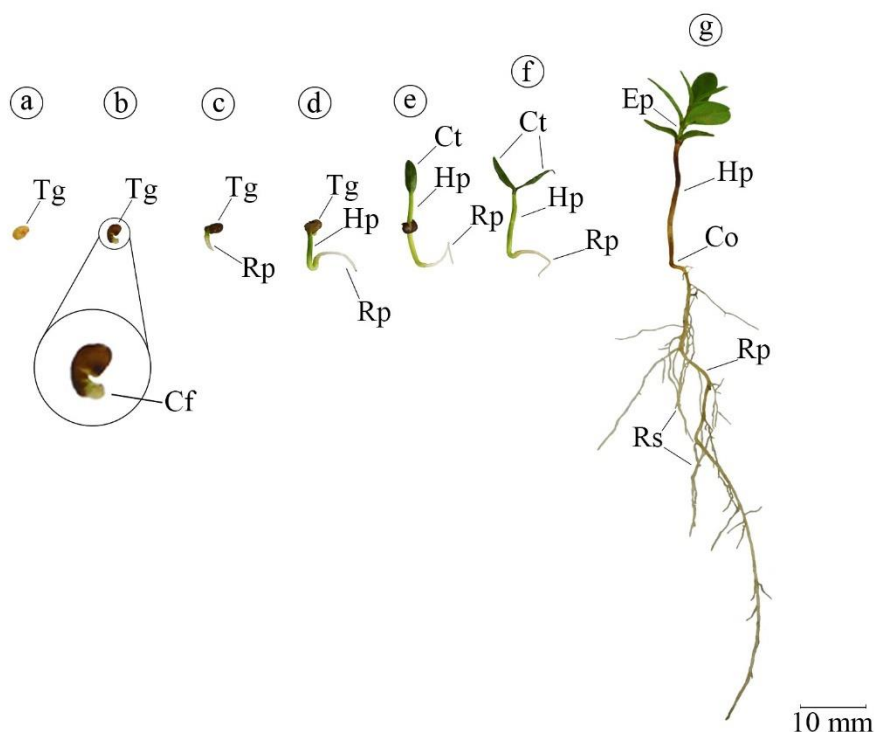
Tabela 10 - Fungos associados às sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret no tempo zero, Santa Maria, RS

Fungos	Incidência (%)
<i>Cladosporium</i> sp.	55±16*
<i>Penicillium</i> sp.	15±4
<i>Aspergillus</i> sp.	11±17
<i>Alternaria</i> sp.	6±4
<i>Bipolaris</i> sp.	5±4
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	2±4
<i>Fusarium</i> sp.	1±2
<i>Epicoccum</i> sp.	1±2
<i>Rhizopus</i> sp.	1±2
Média	10,78
CV (%)	55,94

*Média aritmética±desvio-padrão. CV = coeficiente de variação

Verifica-se que após o intumescimento das sementes (Figura 7A) ocorreu o rompimento do tegumento (Figura 7B), com emissão da radícula \approx 10 dias após a instalação do teste (Figura 7C). A radícula apresenta coloração clara e afilada na extremidade.

Figura 6 – Morfologia da germinação de plântulas normais de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret



(a) Semente envolta por tegumento ao zero dias (Tg); (b) Coifa, aproximadamente, aos 7 dias (Cf); (c) Raiz primária aos 10 dias (Rp); (d) Alongamento do hipocótilo (Hp); (e) Expansão dos cotilédones (Ct); (f) Cotilédones abertos aos 21 dias em laboratório; (g) Plântula com Epicótilo (Ep), Coleto (Co), Raízes secundárias (Rs) aos 114 dias após o semeio em viveiro (Rs). Barra = 10 mm.

A germinação acontece à medida que o hipocótilo se alonga (Figura 7D), sendo então

classificada como epígea e fanerocolitedonar (Figura 7E). A formação da plântula normal ocorreu em torno de 21 dias após a instalação do teste (Figura 7F), sendo observadas raízes secundárias aos 114 dias (Figura 7G). Os cotilédones são foliáceos, de coloração verde-escura, com filotaxia oposta cruzada. A região do coleto é bem marcante em função do estreitamento da região de transição do hipocótilo para a raiz primária.

3.3 Armazenamento de sementes de *A. sellowiana*

Para o peso de 1.000 sementes (PMS) não houve significância para o ambiente de armazenamento, para o tempo e para a interação. O PMS foi reduzindo à medida que o tempo de armazenamento foi aumentando, com exceção do ambiente não controlado (ANC) que houve aumento desse parâmetro, sugerindo que as sementes absorvem água do ambiente (Tabela 11).

Tabela 11 – Peso de mil sementes (PMS), desvio-padrão (S), coeficiente de variação (CV) das sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret sob diferentes condições de armazenamento, Santa Maria, RS

Tratamento	Tempo (meses)	PMS (g)	S	CV (%)
CSF	6	2,42	0,005	1,92
	12	2,31	0,006	0,32
	18	2,34	0,014	0,77
	24	2,35	0,016	0,85
CUF	6	2,38	0,008	0,44
	12	2,42	0,016	0,80
	18	2,32	0,009	0,48
	24	2,32	0,009	0,48
SSF	6	2,28	0,005	0,26
	12	2,22	0,006	0,34
	18	2,23	0,016	0,87
	24	2,23	0,016	0,87
ANC	6	2,55	0,010	0,48
	12	2,40	0,015	0,78
	18	2,38	0,009	0,46
	24	2,38	0,009	0,46

CSF (câmara seca e fria, 7,5 °C e 55% UR); CUF (câmara úmida e fria, 8 °C e 80% UR); SSF (sala seca e fria, 18 °C e 49% UR) e; ANC (ambiente de laboratório sem condições controladas).

Entretanto, apesar de não ter sido detectada variação significativa para o PMS, o grau de umidade (GU) nas sementes foi maior na câmara úmida e fria (18,40%) (Tabela 12). Em

todos os ambientes houve aumento do grau de umidade aferido no tempo zero.

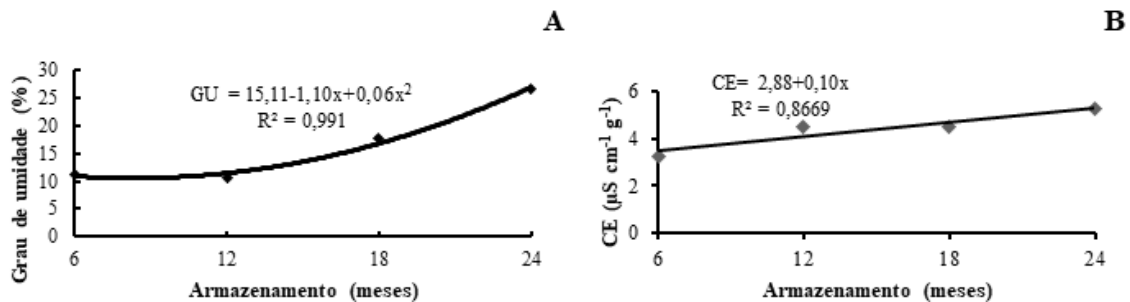
Tabela 12 – Grau de umidade e condutividade elétrica nas sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret sob diferentes condições no decorrer dos 24 meses de armazenamento, Santa Maria, RS

Tratamento	GU (%)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
CSF	16,36 b*	3,89 a*
CUF	18,40 a	5,16 b
SSF	14,97 b	3,53 a
ANC	16,36 b	4,97 b
Média	16,50	4,38
CV (%)	18,21	31,42

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. GU = grau de umidade; CE = condutividade elétrica; CV = coeficiente de variação. CSF (câmara seca e fria, 7,5 °C e 55% UR); CUF (câmara úmida e fria, 8 °C e 80% UR); SSF (sala seca e fria, 18 °C e 49% UR) e; ANC (ambiente de laboratório sem condições controladas).

O grau de umidade aos seis, 12, 18 e 24 meses de armazenamento foi de 11,16; 10,62; 17,59 e, 26,61% (Figura 8 e Apêndice B). O grau de umidade aumentou quadraticamente no tempo de armazenamento, com exceção, aos 12 meses, quando ocorreu discreta redução.

Figura 7 – Grau de umidade e condutividade elétrica (CE) nas sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret durante os meses de armazenamento, Santa Maria, RS

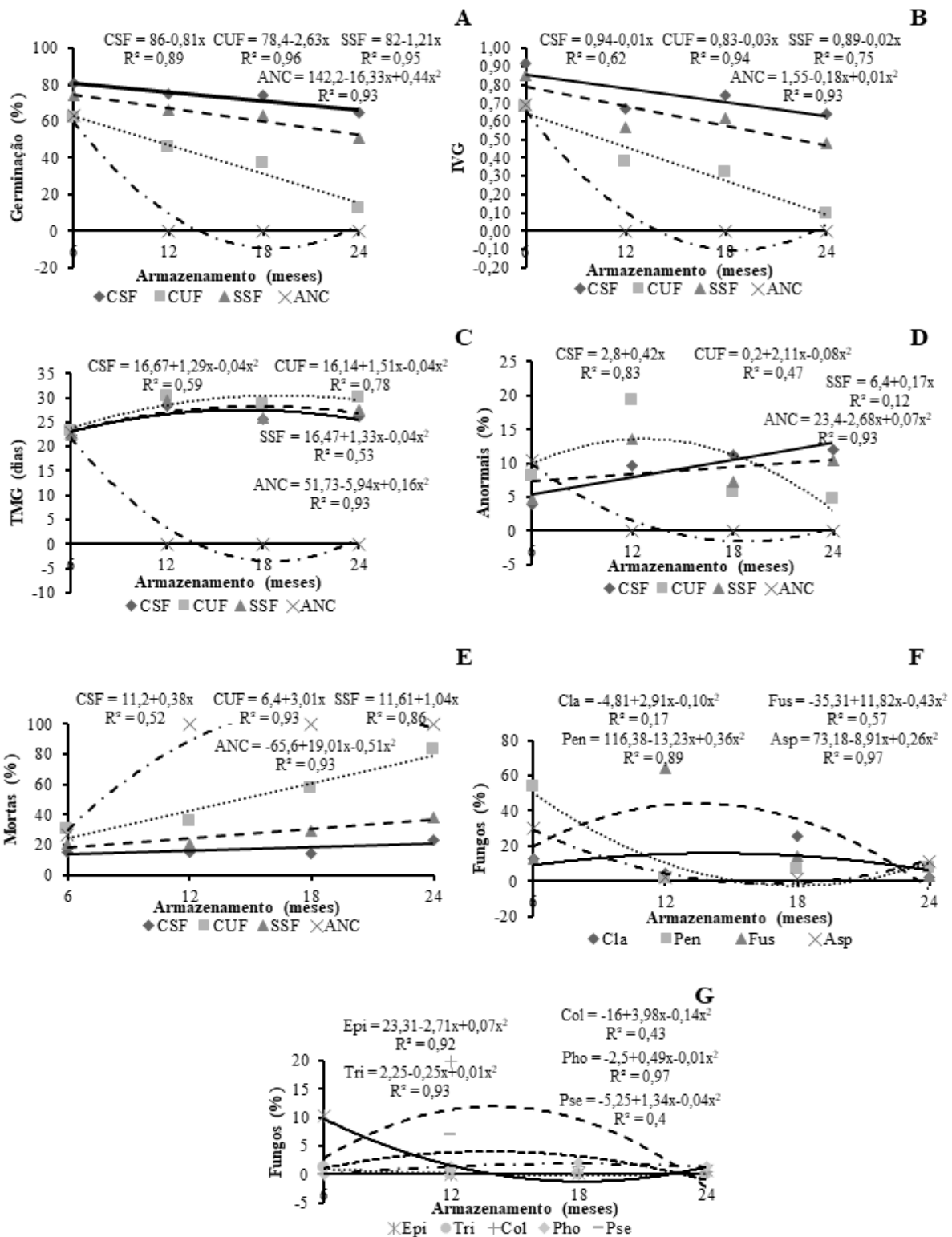


Os valores da condutividade elétrica (CE) revelaram que a câmara e a sala seca e fria preservaram melhor a qualidade das sementes, cujos valores foram de 3,89 e 3,53 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente. No tempo a CE comprova a perda da capacidade germinativa das sementes independente do ambiente e à medida que progride o armazenamento (Figura 8).

No armazenamento houve interação entre os ambientes e o tempo. A câmara seca e fria apesar da redução do percentual germinativo no tempo, manteve maior germinação aos 24 meses (64,80%) (Figura 9A), equivalendo-se a sala seca fria até os 18 meses (Apêndice C).

Figura 8 – Germinação (A), índice de velocidade de germinação - IVG (B), tempo médio de germinação - TMG (C), plântulas anormais (D), sementes mortas (E) e fungos associados as sementes (F e G) para *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret durante

armazenamento sob diferentes condições, Santa Maria, RS



CSF (câmara seca e fria, 7,5 °C e 55% UR); CUF (câmara úmida e fria, 8 °C e 80% UR); SSF (sala seca e fria, 18 °C e 49% UR) e; ANC (ambiente de laboratório sem condições controladas); Asp = *Aspergillus* sp.; Cla = *Cladosporium* sp.; Col = *Colletotrichum* sp.; Epi = *Epicocum* sp.; Fus = *Fusarium* sp.; Pen = *Penicillium* sp.; Pho = *Phomopsis* sp.; Pse = *Pseudotorula* sp.; Tri = *Trichoderma* sp.

A câmara úmida e fria diminuiu a capacidade germinativa das sementes ao longo do armazenamento, demonstrando que esse ambiente já aos seis meses não é ideal. Visto que, aos

seis meses o percentual foi de 61,60%, reduzindo para 12,00% no encerramento do experimento.

A sala seca e fria possibilitou germinação adequada até os 18 meses de armazenamento, após houve redução para 51,20% (Figura 9A). Enquanto, que no ambiente não controlado a perda foi de 100% já no primeiro ano de estocagem.

A porcentagem de germinação (G) decresceu dos seis para os 24 meses de armazenamento para os 360 dias, sendo corroborada pelo menor índice de velocidade e maior tempo médio de germinação (IVG e TMG, respectivamente) (Figura 9 B e C). O tempo de armazenamento evidencia que os ambientes de câmara úmida e fria e, ambiente de laboratório são inadequados à goiabeira-serrana para as variáveis G, IVG e TMG.

Os resultados de germinação, IVG e TMG são reiterados pela análise do percentual de plântulas anormais e de sementes mortas (Figura 9 D e E). Uma vez que o acréscimo no tempo de estocagem eleva ambas variáveis, o que condiz com a redução na germinação de plântulas normais nos ambientes câmara e sala seca e fria.

Antes do armazenamento estavam presentes junto as sementes de *A. sellowiana* nove gêneros de fungos e, ao final de 24 meses de estocagem foram observados 14 gêneros. A comparação entre o tempo zero e após a estocagem permite inferir que houve um incremento em número de patógenos associados aos sementes de 155,55%. Os gêneros de fungos *Alternaria* sp.; *Bipolaris* sp.; *Rhizopus* sp.; *Curvularia* sp. e *Chaetomium* sp. estiveram presentes nas sementes, contudo, não foram estatisticamente significativos (Apêndice D e E). Para *Aspergillus* sp.; *Cladosporium* sp.; *Colletotrichum* sp.; *Fusarium* sp.; *Phomopsis* sp. e *Trichoderma* sp. houve significância para os tratamentos (Tabela 13).

Tabela 13 – Fungos associados às sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret sob diferentes condições de armazenamento, Santa Maria, RS

Tratamento	<i>Aspergillus</i> sp. (%)	<i>Cladosporium</i> sp. (%)	<i>Colletotrichum</i> sp. (%)	<i>Fusarium</i> sp. (%)	<i>Trichoderma</i> sp. (%)	<i>Pseudotorula</i> sp. (%)
CSF	17,25 b*	11,25 a	5,25 a	0,00 a	3,00 a	5,00 b
CUF	14,75 b	24,50 b	14,75 b	0,00 a	8,00 b	0,50 a
SSF	6,50 a	16,25 a	3,50 a	0,00 a	1,50 a	1,50 a
ANC	6,25 a	41,75 c	21,75 c	1,00 b	9,00 b	0,00 a
Média	11,18	23,43	11,18	0,25	5,37	1,75
CV (%)	52,06	57,81	49,03	326,60	146,30	272,05

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação. CSF (câmara seca e fria, 7,5 °C e 55% UR); CUF (câmara úmida e fria, 8 °C e 80% UR); SSF (sala seca e fria, 18 °C e 49% UR) e; ANC (ambiente de laboratório sem condições controladas).

A câmara seca e fria favoreceu menor incidência de fungos, com exceção dos gêneros

Aspergillus sp. (17,25%) e *Pseudotorula* sp. (5,00%) que foram potencializados nesse ambiente (Tabela 13). A sala seca e fria reduziu a ocorrência de patógenos, sendo as menores médias observadas nesse local. A câmara úmida e fria foi favorável à propagação com percentuais acima de 14% dos gêneros *Aspergillus* sp.; *Cladosporium* sp.; *Colletotrichum* sp. e, 8% de incidência de *Trichoderma* sp. O ambiente não controlado ofereceu condições a esses mesmos fungos e também de *Fusarium* sp., excetuando-se o *Aspergillus* sp. (Tabela 13).

Os gêneros *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Epicocum* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Phomopsis* sp., *Pseudotorula* sp. e *Trichoderma* sp. Esses apresentaram comportamento quadrático significativo no decorrer do tempo.

Os fungos *Cladosporium* sp. e *Fusarium* sp. (Figura 9F), *Colletotrichum* sp., *Phomopsis* sp. e *Pseudotorula* sp. (Figura 9G) aumentaram a infestação até os 18 meses, reduzindo a incidência ao final da estocagem. A partir do sexto mês houve redução percentual da associação de *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp. (Figura 9F), *Epicocum* sp. e *Trichoderma* sp. (Figura 9G) em sementes de *A. sellowiana*.

3.4 Precificação do quilo de sementes de *A. sellowiana*

A amostra de 100 frutos de *A. sellowiana* pesou 1.051,73 g (Peso bruto), nessa operação foi gasto 1 minuto. Após, efetuou-se a extração, a qual durou 10 minutos. Empregando-se no beneficiamento 15 minutos. Desse modo, as sementes pesaram 6,1357 g (Peso líquido), correspondendo a 2.666 unidades, requerendo para essa contagem 10 minutos.

Assim, calculou-se a relação fruto-semente que foi de 171,41, essa razão indica que 171,41 quilos de frutos possuem um quilo de sementes. Considerando uma diária de R\$ 80,00 por 8h, verifica-se o valor da hora-homem de R\$ 10,00 h H⁻¹. Como foram necessários 36 minutos para que uma pessoa realizasse as atividades de pesagem, extração e, beneficiamento, calcula-se o que a pessoa irá receber R\$ 6,00.

Um quilo de frutos possui 95,08 frutos. E um quilo de sementes contém, aproximadamente, 434.506,25 unidades. Para atingir esse número de sementes é demandado um tempo de 5.867,30 minutos, equivalente a 97h, 47 minutos e 18 segundos.

Desse modo, foi possível estimar que o custo de um quilo de sementes de *A. sellowiana* é de R\$ 977,88, sem considerar a coleta e outros custos (Apêndice F).

4 DISCUSSÃO

4.1 Morfometria de frutos e sementes de *A. sellowiana*

As características dos frutos de *A. sellowiana* sugerem que esses podem servir de alimento para avifauna e outros animais. A maior atratividade ocorre no período de maturidade dos frutos, o que colabora com a dispersão da espécie. A morfometria permite parametrizar a coleta para a região de Santa Maria, RS, uma vez que estabelece que a espessura e o comprimento, no momento da coleta, serão encontrados em classes intermediárias de tamanho.

No presente estudo os frutos de *A. sellowiana* mediram $26,79 \pm 6,82$ mm de comprimento, o que também foi observado por Reitz; Klein e Assis (1983) e Backes e Irgang (2009), sendo que esses autores encontraram valores de 30 a 60 mm de comprimento. Além disso, convém ressaltar que *A. sellowiana* é hospedeira primária de *Anastrepha fraterculus* (mosca das frutas) (SANTOS et al., 2011), sendo que o tamanho crítico dos frutos para ocorrência de posturas é quando estes apresentam de 25 a 30 mm de diâmetro (DUCROQUET; HICKEL; NODARI, 2000). Isto demonstra a importância do momento ideal de coleta dos frutos da espécie, o que reduz, portanto, a infestação de *A. fraterculus*.

O peso dos frutos varia, ocorrendo em intervalos de menor valor, já tendo sido mensurados valores entre 20 e 250 gramas, com formato variando de redondo a oblongo (SANTOS et al., 2011). Analisando o peso de polpa, verifica-se que esse representa em média $\approx 42\%$ do peso do fruto. O rendimento de polpa é bastante variável e, atinge comumente valores máximos de 50% (DUCROQUET; HICKEL; NODARI, 2000).

As sementes extraídas de *A. sellowiana* são pouco pesadas, cujo número varia entre os frutos. Os diásporos são pequenos e numerosos (REITZ; KLEIN; ASSIS, 1983), podendo chegar a mais de 100 sementes por fruto (DUCROQUET; HICKEL; NODARI, 2000).

A análise dos eixos de simetria permite inferir que ambos possuem valores semelhantes, ocorrendo em classes intermediárias. A espessura corresponde a $\approx 57\%$ do comprimento das sementes, características essas que ocorrem em intervalos médios. Os sementessão pequenos, duros, embebidos em uma polpa firme e gelatinosa. Os parâmetros analisados permitem inferir que a estratégia de perpetuação da espécie *A. sellowiana* é ter frutos de dimensões médias, marcada também pela presença abundante de pequenas sementes, o que de acordo com Souza (2006) favorece na dispersão e estabelecimento de plântulas.

4.2 Caracterização inicial do lote de sementes de *A. sellowiana*

A. sellowiana apresenta um número de sementes por quilograma de 401.808 estando muito próximo do limite superior proposto por Brasil (2013), onde é mencionada variação de 250.000 até 416.000. Salienta-se que essa variação pode ser atribuída ao fato das sementes serem menores do que outras da mesma espécie, bem como pela procedência de diferentes regiões de coleta, as quais possuem características edafoclimáticas distintas, possivelmente implicando na maior amplitude de valores.

Em trabalho realizado com a espécie *A. sellowiana* foi encontrado um grau de umidade (GU) de 21% (SANTOS; GUI-FERREIRA; ÁQUILA, 2004). Observa-se, portanto, uma elevada diferença, visto que o GU da *A. sellowiana* nesse estudo é de 4,9%.

A germinação é epígea fanerocotiledonar, sendo que a primeira contagem pode ser realizada aos 21 dias após a instalação do teste, momento no qual 50% das sementes se encontram germinadas. A primeira contagem difere em quase uma semana a mais do recomendado nas Instruções para Análise de Espécies Florestais (BRASIL, 2013), que estabelece 15 dias. A espécie é considerada fotoblástica positiva (percentual de germinação na luz mais que o dobro do percentual no escuro) ou fotoblástica positiva relativa (percentuais de germinação mais altos na luz) (SANTOS; GUI-FERREIRA; ÁQUILA, 2004).

A espécie apresentou adequado desempenho na germinação em vários substratos testados, porém inferior no rolo de papel, substrato esse recomendado em Brasil (2013). Assim, sugere-se avaliar outros substratos, além desse indicado, no momento de padronizar a metodologia para germinação de *A. sellowiana*.

Os maiores valores de índice de velocidade de germinação (IVG) também foram observados para os substratos (entre papel mata-borrão, sobre e entre vermiculita, sobre areia) que demonstraram os maiores percentuais de germinação (plântulas normais). Assim, verifica-se que esse índice é capaz de inferir, por meio da cinética, o quão vigorosas estão as sementes de *A. sellowiana* no momento de realização do teste, condição que é melhor representada no entre papel mata-borrão, sobre e entre vermiculita e sobre areia. A análise do IVG tem como princípio que quanto mais rápido for o processo germinativo, maior será a expressão de vigor da semente (MAGUIRE, 1962).

O tempo médio de germinação (TMG) corrobora os resultados do IVG. Quanto menor o TMG, maior é o vigor associado a sementes. De maneira semelhante a maior mortalidade de sementes foi observada no substrato entre areia, o qual expressou menor germinação, menor

IVG e maior valor de TMG. As respostas obtidas no entre areia sugerem interferência negativa na germinação da espécie, pois essa é fotoblástica positiva.

Assim, recomenda-se o substrato sobre areia, que possui adequada germinação, associada ao IVG e TMG, além de possuir menor anormalidade e mortalidade de plântulas de *A. sellowiana*. Esse substrato é aconselhado levando em consideração também as características de ser encontrado em grandes quantidades e, por isso, é menos oneroso financeiramente, possui excelente trabalhabilidade em ambiente de laboratório e, visualmente, reduzida propagação de patógenos.

Destaca-se dentre os patógenos presentes junto às sementes de *A. sellowiana* os gêneros *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp. e *Fusarium* sp. requerem maior atenção uma vez que esses incidiram em 62% das sementes, além dos três serem agentes patogênicos, sendo os demais fungos característicos de armazenamento. Os fungos *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. e *Phomopsis* sp. associam-se com sementes não germinadas de goiabeira-serrana, sendo prejudiciais à sua qualidade fisiológica (FANTINEL, 2014). Conforme o mesmo autor, *Cladosporium* sp. e *Fusarium* sp. são transmitidos das sementes para as plântulas, causando lesões necróticas nos cotilédones e má formação de raízes, respectivamente.

Além desses, deve-se ter atenção ao gênero *Colletotrichum* sp. que aos 24 meses estava presente em todos os locais de armazenamento. O fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz é o causador da antracnose, principal doença da goiabeira-serrana no Sul do Brasil, além de ser responsável por danos nos frutos, pelo tombamento de plântulas, morte de grande número de mudas no viveiro e no pós plantio a campo (DUCROQUET; HICKEL; NODARI, 2000).

Por meio da morfologia de sementes de *A. sellowiana* é possível conhecer os estágios de desenvolvimento da plântula a campo. As espécies que necessitam de luz no seu desenvolvimento inicial, em sua maioria, possuem germinação fânero-epígeo-foliáceo (RESSEL et al., 2004).

4.3 Armazenamento das sementes de *A. sellowiana*

No decorrer da estocagem de sementes de *A. sellowiana* observou-se que, de modo geral, ocorre diminuição do peso de 1000 sementes (PMS). Desse modo, está havendo perda de massa, ou seja, o meio está acelerando o processo de deterioração das sementes. Além disso,

devido as diferentes temperaturas e umidades relativas dos ambientes de armazenamento (CSF 7,5 °C e 55% UR; CUF 8 °C e 80% UR; SSF 18 °C e 49% UR e; ANC sem condições controladas), há maior taxa respiratória, que incide sobre gasto de massa e, consequente, redução da germinação.

Por outro lado, há reduzido ganho de massa aos seis meses de armazenamento no ambiente não controlado. Esse aumento de peso pode ser decorrente da absorção de água do meio pelas sementes nesse local de estocagem.

O grau de umidade (GU) foi significativo para os ambientes e tempos de armazenamento de forma isolada. Desse modo, comparando o GU inicial (4,9%), verifica-se que houve elevação do percentual independentemente do local, sendo a maior média observada na câmara úmida e fria. O GU a partir dos seis meses foi crescendo quadraticamente em relação ao tempo de armazenamento.

A condutividade elétrica (CE) com 25 sementes e 75 mL de água foi eficiente para detectar a qualidade do lote, tomando como base o valor inicial foi de $2,77 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, houve aumento significativo da condutividade na câmara úmida e fria e, no ambiente não controlado ao final do armazenamento. Aos 24 meses a condutividade ($5,25 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) representou um aumento de $\approx 90\%$ em relação ao valor obtido no tempo zero. Desse modo, valores nessa magnitude, expressam lotes com baixa qualidade fisiológica.

A germinação aos seis meses apresentou diferenças significativas entre os ambientes testados, com resposta similar para a câmara seca e fria e, sala seca e fria, as quais mantinham 80,80 e 74,40% de percentual germinativo, respectivamente. A superioridade desses locais se mantém dos 12 até os 18 meses, sendo que no final do experimento somente a câmara seca e fria possui a maior média de germinação (64,80%), mesmo com a redução de 24,65% da capacidade germinativa em relação ao tempo. O ambiente não controlado manteve o vigor das sementes somente até os seis meses, a partir desse momento esse percentual foi igual a zero.

Analisando cada ambiente isoladamente, verifica-se que na câmara seca e fria não houve diferença significativa dentro dos tempos de armazenamento, enquanto, na câmara úmida e fria e ambiente não controlado as maiores médias ocorreram aos seis meses e, na sala seca e fria só houve distinção aos 24 meses. Para Sarmiento et al. (2013), a câmara fria possibilitou a manutenção de percentuais de vigor admissíveis em sementes de *A. sellowiana*. A germinação de sementes possibilita entender sobre a fisiologia e, verificar o efeito do armazenamento sobre a qualidade dos diásporos (BASKIN; BASKIN, 2014), desse modo, essa semente pode ser classificada como não recalcitrante.

O índice de velocidade de germinação corrobora os valores de germinação na câmara

seca e fria, e revela que há redução significativa na rapidez com que essas sementes germinam. Sendo que na câmara fria e úmida ao final do experimento esse valor foi de 0,09, o que comparado ao início do armazenamento, representa uma perda em cinética de $\approx 90\%$, ou seja, ocorre elevada redução na velocidade de germinação. O tempo médio de germinação também se eleva na câmara úmida e fria, o que representa perda de vigor, favorecendo a incidência de patógenos associados as sementes.

O percentual de plântulas anormais (ausência ou atrofiamento de radícula, principalmente) não diferiu estatisticamente no tempo para os ambientes câmara seca e fria e, sala seca e fria, o que confirma os maiores percentuais germinativos e, índices de velocidade de germinação. Para câmara úmida e fria e, ambiente não controlado houve diferença durante o armazenamento, o que confirma esses locais como inadequados a estocagem de sementes de *A. sellowiana*.

Os valores em porcentagem das sementes mortas reiteram os resultados obtidos, sendo que há maior mortalidade na câmara úmida e fria e, no ambiente não controlado. Esse último favoreceu a manutenção de sementes viáveis até os seis meses, passado esse período o percentual de mortalidade foi de 100%. Confirmando que diásporos de *A. sellowiana* não possuem longevidade sob condições inadequadas de temperatura e umidade relativa.

Cabe salientar que aos 12 meses o ambiente de laboratório (sem condições controladas) não forneceu suporte à manutenção do vigor nas sementes de *A. sellowiana*, visto que, a germinação nesse local foi zero, resposta expressivamente drástica. Entretanto, o armazenamento de *A. sellowiana* pode ser prolongado por mais tempo sob refrigeração, apesar da perda progressiva da taxa de germinação (SANTOS et al., 2011).

Visando garantir a qualidade sanitária do lote, verifica-se que, de maneira geral, a câmara seca e fria foi um ambiente de menor incidência de fungos, proporcionando percentuais reduzidos de *Cladosporium* sp. (11,25%), *Colletotrichum* sp. (5,25), *Fusarium* sp. (0,00%) e *Trichoderma* sp. (3,00%). A câmara úmida e fria e o ambiente não controlado foram propícios à proliferação de patógenos. No tempo alguns gêneros como o *Fusarium* sp., espécie patogênica, elevaram-se até os 18 meses. Após esse período, houve redução do percentual fúngico.

A ocorrência de alguns gêneros de fungos pode ser vista como benéfica, tendo em vista o controle biológico em sementes: *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Gliocladium* sp. e *Trichoderma* sp. (BETTIOL; GHINI 1995). Cherobini et al. (2004) em estudo realizado com quatro espécies da família Myrtaceae constataram a ocorrência de nove gêneros de fungos associados às sementes da goiabeira-serrana. Esses autores encontraram os fungos: *Penicillium*

sp., *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., *Cladosporium* sp., *Verticillium* sp., *Pestalotopsis* sp., *Rhizoctonia* sp., *Trichoderma* sp. e *Chaetomium* sp., os quais não demonstraram ação negativa na germinação.

Portanto, o prolongamento da estocagem e, conseqüentemente, da manutenção mais eficiente da viabilidade de *A. sellowiana*, pode ser obtida em câmara seca e fria.

4.4 Precificação do quilo de sementes de *A. sellowiana*

Como visto, são necessários ≈ 171 quilos de frutos para que se obtenha um quilo de sementes, sendo gastos em torno de quatro dias em todas as atividades. A obtenção de sementes de *A. sellowiana* é onerosa e, demanda mais tempo se comparada a outras espécies de rápida extração e beneficiamento como *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-roxo) (dados observados e não publicados). Não foi computado ao cálculo o tempo necessário para a coleta em si, somente dos procedimentos pós-coleta até a obtenção do lote de sementes.

O custo de um quilo de sementes foi de R\$ 977,88, o qual pode ser considerado elevado, mas levando em conta que nesse valor há 434.506 unidades, poderá ser adquirido somente a quantidade necessária à produção de mudas. Associado a esse resultado deve-se ponderar as falhas na germinação, atentando ao fato que a espécie mantém poder germinativo de 64,80%, aos 24 meses de armazenamento em câmara seca e fria.

Considerou-se a escolha de *Psidium cattleianum* Sabine (araçá-vermelho) como fator comparativo à *A. sellowiana*, em função de pertencerem à família Myrtaceae e possuírem frutos e sementes com características morfométricas semelhantes. Assim, um quilo de sementes de *P. cattleianum*, adquirido em empresa comercial do Rio Grande do Sul, custa em média R\$ 230,00, o qual contém menor número de sementes em comparação a *A. sellowiana* (65.453), contudo, informações sobre a taxa de germinação do araçá não foram obtidas. No Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF, 2017) o quilo de sementes de *P. cattleianum* custa em média R\$ 383,48, contendo 27.000 sementes.

Desse modo, conhecer o valor de uma espécie semelhante a *A. sellowiana* conduz a resposta que a precificação adotada apresentou a mesma tendência adotada no preço de mercado. O estabelecimento de quanto custa um quilo de sementes é importante do ponto de vista financeiro, pois remunera a quem faz a coleta, extrai e beneficia. A precificação ainda tem relevância social em função que pode trazer uma fonte de renda extra a famílias que tenham

espécies nativas em sua propriedade. Além disso, possui grande valor ambiental, porque há maiores chances à manutenção da integridade de fragmentos florestais, visto que, por haver remuneração, essa serve de incentivo à preservação. Indica-se, para melhor êxito no armazenamento, testar diferentes recipientes na estocagem de sementes dessa espécie.

5 CONCLUSÃO

Os frutos medem em média 22,79 mm de espessura e 26,76 mm de comprimento. As sementes possuem em média 1,74 mm de eixo de simetria apical-basal, 2,19 mm de eixo dorso-ventral, 1,25 mm de espessura e 2,32 mm de comprimento.

A germinação é epígea, fanerocotiledonar, com cotilédones foliáceos de coloração verde-escura e filotaxia oposta cruzada.

A germinação de sementes pode ser realizada no substrato sobre areia, na temperatura de 25°C e luz constante.

O armazenamento das sementes em ambiente de câmara seca e fria é adequado à conservação das sementes por um período de 24 meses, bem como possui reduzida manifestação de patógenos. A condutividade elétrica (CE) permitiu inferir sobre a qualidade das sementes de *A. sellowiana*. Valores de CE de 2,77; 3,53 e 3,89 $\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ como referência de sementes de elevada qualidade, enquanto, aferições de 4,97 e 5,16 $\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ indicam baixa germinação e vigor. As sementes da espécie apresentaram comportamento não recalcitrante no decorrer do armazenamento.

O preço de um quilo de sementes custa R\$ 977,88.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Fast Track, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: Guia de Identificação e Interesse Ecológico**. Santa Maria, RS: Ed. Pallotti. 2009, 332 p.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustred genera of imperfect fungi**. 3 Ed. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1999. 241 p.

BASKIN, C. C. BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. Academic Press, London. 2014. 1601p.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Controle biológico. In: FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. (Eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres. 1995, p.717-728.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regra para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília: MAPA/ACS, 2009a. 399 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes – Anexo do capítulo 9 – Teste de sanidade de sementes das Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília: MAPA/ACS, 2009b. 202p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 56**, de 08 de dezembro de 2011. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 10 de outubro de 2015. 2011.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de espécies florestais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília: MAPA/ACS, 2013. 98p.

CHEROBINI, E. A. I. et al. Qualidade sanitária de sementes de *Eugenia involucrata* DC, *Eugenia pyriformis* Cambessedes, *Feijoa sellowiana* Berg, *Psidium cattleianum* Sabine. In: Simpósio brasileiro de patologia de sementes, 8, 2004, João Pessoa. **Palestras e resumos**. João Pessoa: [s.n.], 2004, p.163.

DUCROQUET, J. P. H. J; HICKEL, E. R.; NODARI, R. O. **Goiabeira-serrana** (*Feijoa sellowiana*). Jaboticabal: Funep, 2000, 66p. (Série frutas nativas).

FANTINEL, V. S. **Fungos associados às sementes de goiabeira-serrana**: detecção, efeitos na qualidade das sementes, transmissão para plântulas e controle. 2014Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2014. 116f.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

IMET. **Instituto Nacional de Meteorologia** – IMET 2017. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/mesTempo>>. Acesso em: 26 de Janeiro de 2017.

IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. **Lista de Sementes de Árvores Nativas e de Essências Exóticas**. Disponível em:<<http://www.ipef.br/sementes/natexoticas.asp>>. Acesso em: 26 de Janeiro de 2017.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa, São Paulo: Plantarum, 2002. v. 1. 378 p.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, p. 176-177, 1962.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; ASSIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e abastecimento, 1983. 525p.

RESSEL, K.; GUILHERME, F. A. G.; SCHIAVINI, I.; OLIVEIRA, P. E. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.27, n.2, p.311-323, 2004.

ROCHA, M. da S., FACHINELLO, J. C.; SCHUCH, M. W. Obtenção de porta-enxerto de goiabeira-serrana em diferentes épocas de transplante. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.16, n.1, p.248-252, 1994.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. 2004. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Editora UnB, Brasília. v.1. 247p.

SANTOS, K. L. dos et al. *Acca sellowiana* (goiabeira-serrana). In: In: BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região sul.** Orgs: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. Brasília: MMA, 2011.p.111-129.

SANTOS, C. M. R. dos; GUI FERREIRA, A.; ÁQUILA, M. E. A. Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p.13-20, 2004.

SARMENTO, M. B. et al. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg Burret), **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v.35, n.1, p.270-276, 2013.

SOUZA, L. A de. Semente. In: SOUZA, L. A de. **Anatomia do fruto e da semente.** Ponta Grossa: UEPG, 2006. p.125-161.

TONETTO, T. da S. **Levantamento fotográfico:** procedimentos realizados em laboratório com a espécie *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret. Dados não publicados. 2014.

TONETTO, T. da S. **Levantamento fotográfico:** procedimentos realizados em laboratório com a espécie *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret. Dados não publicados. 2016.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

WIELEWICKI, A. P. et al. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 3, p.191-197, 2006.

CAPÍTULO II – MUDAS DE *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret SÃO EXIGENTES QUANTO AO VOLUME DE SUBSTRATO E ADUBAÇÃO

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento morfofisiológico de mudas de *Acca sellowiana* produzidas em diferentes volumes de substrato e adubações. Em viveiro, foi avaliado em esquema fatorial 2x7, com quatro repetições, o efeito de dois volumes de substrato - VS (110 e 180 cm³), combinados com sete adubações (ADU). As ADU foram: 1 = 8 g L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada 18-05-09; 2 = sulfato de amônio; superfosfato simples; cloreto de potássio e micronutrientes FTE BR12, respectivamente, na dosagem de 600-4000-200-1500 g m⁻³ de substrato; 3 = igual “2” + adubação de cobertura (AC composta por 200 g de sulfato de amônio e 150 g de cloreto de potássio L⁻¹ de água); 4 = ADU “2” incrementada em 50%; 5 = ADU “2” incrementada em 50% + AC; 6 = ADU “2” incrementada em 100%; 7 = ADU “2” incrementada em 100% + AC. Aos 180 dias após o semeio, realizaram-se as avaliações de altura, diâmetro coleto, a massa seca do caule, das folhas, a aérea (MSA composta por caules e folhas), do sistema radicular (MSR) e total, relação MSA/MSR, índice de qualidade de Dickson, área foliar (AF), volume e comprimento radicular. Avaliaram-se também a quantificação dos pigmentos fotossintéticos (Clorofila *a*, *b*, *total* e carotenoides) e a fluorescência da clorofila *a* (eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II representado por PSII e a taxa de transporte de elétrons). O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado. O maior VS proporcionou adequado aporte em altura, massas secas e às variáveis fisiológicas. O maior nível de adubação de pronta liberação associado a adubação de cobertura também possibilitou adequado crescimento da espécie, contribuindo à qualidade das mudas em viveiro. Mudanças com adequada qualidade morfofisiológica são obtidas com o uso de 180 cm³ de substrato acrescido de sulfato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio e FTE BR12 (1200-8000-400-3000 g m⁻³ de substrato), incrementado com adubação de cobertura (200 g de N e 150 g 100 L⁻¹ de KCl 100 L⁻¹ água), produzidas com o substrato comercial a base de turfa de *Sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de fertilizante a base de NPK. As mudas atingem os padrões de 23,96 cm de altura e 2,99 mm de diâmetro do coleto para expedição a campo.

Palavras-chave: Goiabeira-serrana. Espécie florestal nativa. Recipientes. Fertilizante. Viveiro florestal.

CHAPTER II - SEEDLINGS OF *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret ARE REQUIRED AS TO SUBSTRATE VOLUME AND FERTILIZATION

ABSTRACT

The present work had as objective to evaluate the morphophysiological growth of *Acca sellowiana* seedlings produced in different substrate volumes and fertilizations. In the nursery, the effect of two substrate volumes - SV (110 and 180 cm³), combined with seven fertilizations (FE), was evaluated in a 2x7 factorial scheme, with four replications. The FEs were: 1 = 8 g L⁻¹ of controlled release fertilizer 18-05-09; 2 = ammonium sulfate; superphosphate simple; potassium chloride and FTE BR12 micronutrients, respectively, at the dosage of 600-4000-200-1500 g m⁻³ substrate; 3 = equal "2" + cover fertilization (CF composed of 200 g of ammonium sulphate and 150 g of potassium chloride L⁻¹ of water); 4 = FE "2" increased by 50%; 5 = FE "2" incremented by 50% + CF; 6 = FE "2" incremented by 100%; 7 = FE "2" incremented by 100% + CF. At 180 days after sowing, height, leaflet diameter, leaf dry mass, aerial (MSA composed of stems and leaves), root system (MSR) and total MSA/MSR, Dickson quality index, leaf area (AF), volume and root length. were also evaluated quantification of photosynthetic pigments (chlorophyll a, b, and total carotenoid), and the chlorophyll fluorescence (photochemical efficiency of photosystem II and is represented by PSII electron transport rate). The design was completely randomized. The higher SV provided adequate height, dry mass and physiological variables. The higher level of early release fertilization associated with cover fertilization also allowed adequate growth of the species, contributing to the quality of nursery seedlings. Saplings with adequate morphophysiological quality are obtained with the use of 180 cm³ of substrate added with ammonium sulphate, single superphosphate, potassium chloride and FTE BR12 (1200-8000-400-3000 g m⁻³ of substrate), increased with fertilization of (200 g of N and 150 g 100 L⁻¹ of KCl 100 L⁻¹ water), produced with the commercial substrate based on Sphagnum peat, expanded vermiculite, dolomitic limestone, agricultural gypsum and traces of fertilizer based on NPK. The seedlings reach the standards of 23.96 cm in height and 2.99 mm in diameter of the collection for field expedition.

Key-words: Goiabeira-serrana. Native forest species. Containers. Fertilizer. Forest nursery.

1 INTRODUÇÃO

A *Acca sellowiana* (goiabeira-serrana) pertence à família Myrtaceae, de distribuí desde o Uruguai, Argentina até o Brasil (Norte do Rio Grande do Sul até o Paraná) nas formações abertas de altitude (LORENZI, 2002). A goiabeira-serrana é uma pequena árvore perenifolia com até 5 m de altura, fuste curto de até 20 cm de diâmetro (BACKES; IRGANG, 2009). Geralmente ocorre em áreas com altitudes superiores a 900 m (SANTOS et al., 2011). A espécie possui distribuição esparsa sem formar agrupamentos (REITZ; KLEIN; ASSIS, 1983). A goiabeira-serrana é empregada para fins madeireiros, alimentícios, farmacêuticos, medicinais, no paisagismo e, na recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2002).

A espécie é cultivada, principalmente, em países como a Nova Zelândia (NZ) e Colômbia com procedência genética uruguaia (AMARANTE; SANTOS, 2011), produzindo frutos anualmente na NZ (THORP; BIELESKI, 2002). Por outro lado, no Brasil esforços têm sido realizados, no intuito de tornar a espécie conhecida, como estudos de domesticação da *A. sellowiana* visando plantios comerciais (DEGENHARDT et al., 2001; DEGENHARDT et al., 2002; DEGENHARDT et al., 2003), testes de degustação do fruto, que até o presente momento é comercializado em lojas especializadas (BARNI et al., 2004; DUCROQUET; HICKEL; NODARI, 2000).

Há uma crescente demanda por mudas, visando à recomposição de áreas de preservação permanente, devido a maior fiscalização e ao Cadastro Ambiental Rural (CAR), pois o cadastramento funciona como um pré-requisito para a concessão de crédito. Desse modo, existe a necessidade de se estabelecer protocolos para a produção de mudas florestais nativas, como da espécie *A. sellowiana*. A produção de mudas deve objetivar um padrão de qualidade que possibilite um melhor crescimento e maior sobrevivência no plantio em campo (CARNEIRO, 1995). Várias são as práticas culturais que contribuem com esse fim, como manejo da irrigação, fertilização, sombreamento, micorrização, podas, aclimatação, seleção, tipo de recipiente, densidade de cultivo, transporte, armazenamento, dentre outros (VARGAS et al., 2011).

Dentre os diferentes manejos que podem ser adotados em viveiro, que visam modificar a qualidade morfofisiológica das mudas, está o volume do substrato, obtido por meio de diferentes tipos de recipientes. As características e dimensões dos recipientes podem influenciar a disponibilidade de água e minerais às plantas, além dos aspectos operacionais dos processos de produção (LUNA; LANDIS; DUMROESE, 2009). O volume de substrato influencia o crescimento das mudas, sendo a altura do recipiente responsável pelas diferenças na drenagem,

no espaço de aeração e na água facilmente disponível.

Além disso, conhecer as necessidades nutricionais de cada planta poderá alavancar o uso de espécies florestais nativas em plantios comerciais, ou na recuperação de áreas degradadas, pois a fertilização é um dos aspectos cruciais na produção de mudas. A falta de algum nutriente mineral essencial pode implicar em alterações no metabolismo, o que restringe o crescimento e desenvolvimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2013). A forma de fornecimento de nutrientes pode influenciar substancialmente o desenvolvimento de plântulas (OLIET et al., 2004). Assim, a disponibilidade de nutrientes influencia o crescimento e a qualidade de mudas em viveiro, sendo que o fornecimento em quantidade e no momento adequado pode proporcionar o desenvolvimento em taxas superiores as encontradas na natureza (JACOBS; LANDIS, 2009).

A muda de qualidade ideal deve ter as dimensões de 20 a 35 cm para altura (H), de 5 a 10 mm de diâmetro do coleto (DC) e, de 2 a 7 cm mm^{-1} de relação H/DC para espécies nativas (GONÇALVES et al., 2005). Outros parâmetros estão fracamente relacionados como a massa seca e a sobrevivência, existindo estreita correlação dessas variáveis com o crescimento inicial a campo (GOMES; PAIVA, 2011).

Os parâmetros fisiológicos juntamente aos morfológicos predizem sobre a qualidade de mudas. Entre as variáveis utilizadas para inferir o comportamento das plantas estão os teores de pigmentos fotossintéticos e, as variáveis relacionadas a fluorescência da clorofila *a*. As clorofilas *a* e *b* existem numa proporção de 3:1 (LICHTENTHALER et al., 1987; STREIT et al., 2005). Ritchie et al. (2010) sugerem que os padrões para a fluorescência máxima (F_m) estão entre valores de 1,2 até 1,5, o rendimento quântico do fotossistema II (F_v/F_m) de 0,70 a 0,83 e, a taxa de transporte de elétrons (ETR) valores inferiores a $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar o crescimento morfofisiológico de mudas de *A. sellowiana* produzidas em diferentes volumes de substrato e adubações.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo, montagem e condução do experimento

O experimento foi conduzido de Agosto de 2014 a Fevereiro de 2015, em casa de vegetação e área de crescimento, pertencente ao Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal (29°43'14"S e 53°43'15"O) do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A região de Santa Maria, RS, conforme a classificação de Köppen apresenta clima do tipo "Cfa" (subtropical úmido) (ALVARES et al., 2013), caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais frio entre -3 e 18°C, e do mês mais quente superior a 22°C e, altitude de 95 m (IMET, 2017). Conforme o mesmo instituto, a precipitação média anual é de 1.769 mm, apresentando quatro estações distintas, cujos meses mais frios incluem entre junho e agosto, e os mais quentes entre dezembro e março.

As sementes utilizadas foram provenientes do lote formado por 15 árvores matrizes, coletadas em população natural, distantes 100 m entre si, observando-se os critérios de sanidade (ausência de pragas e incidência de doenças), aspectos morfológicos (altura e diâmetro a altura do peito) e copa bem formada. O experimento foi planejado em esquema fatorial 2x7 (dois volumes de substrato x sete adubações), totalizando 14 tratamentos, com quatro repetições cada, distribuídos aleatoriamente.

Os diferentes volumes de substrato foram obtidos com recipientes do tipo tubetes cônicos de polipropileno (Fator A) nas capacidades volumétricas: 110 e 180 cm³. Ambos foram acondicionados em bandejas plásticas de 62 cm de comprimento e 42 cm de largura, suspensas a 16 cm da superfície do solo (contendo 96 e 54 células, respectivamente).

Para completar os volumes de 110 e 180 cm³, utilizou-se o substrato comercial a base de turfa de *Sphagnum*⁴, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de fertilizante a base de NPK. Conforme as informações do fabricante as características do substrato são pH (5,5±0,5), condutividade elétrica de 0,4±0,3 mS cm⁻¹, densidade de 145 kg m⁻³, capacidade de retenção de água (CRA₁₀) de 55% e umidade de 50%.

No momento de preparo, foram adicionadas ao substrato distintas adubações de base e, este foi pré-umedecido (5 L de água para 45 L de substrato, conforme indicação do fabricante).

⁴ Turfa de *Sphagnum* é resultado da decomposição lenta do musgo *Sphagnum* que se acumula, principalmente, nos pântanos do Canadá (CSPMA, 2017).

Após, realizou-se a acomodação do substrato, por meio de uso da mesa de compactação por cinco segundos e, havendo necessidade, completou-se o volume, de maneira que o nível atingisse a borda dos tubetes. Para alguns tratamentos a adubação de base utilizando adubo de pronta liberação foi complementada com adubação de cobertura, o que gerou os sete diferentes níveis de fertilizações (Fator B) (Quadro 2 e Apêndice G).

Quadro 2 – Adubações utilizadas na produção de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret utilizada em recipientes de 110 e 180 cm³

Adubação ^a	Componentes	
1	- Adubação de base: 8 g L ⁻¹ de fertilizante de liberação controlada 18-05-09 composto por nitrogênio -N; superfosfato simples (P ₂ O ₅) e cloreto de potássio - KCl. Dosagem máxima recomendada conforme o fabricante. Segundo as especificações técnicas, quando colocado em substrato úmido, a uma temperatura média de 21,1°C, libera os nutrientes em um prazo entre 5 e 6 meses.	
2	- Adubação de base: 600 g de sulfato de amônio – [(NH ₄) ₂ SO ₄], 4000 g de superfosfato simples - P ₂ O ₅ , 200 g de cloreto de potássio – KCl, 1500 g de FTE BR12 (fertilizante do tipo “fritas” a base de micronutrientes contendo 3% S, 1,8% B, 0,8% Cu, 2% Mn, 0,1% Mo e 9% de Zn) .	
3	- Adubação de base: igual a “2” acrescida de: - Adubação de cobertura composta por 200 g de sulfato de amônio [(NH ₄) ₂ SO ₄] e 150 g de cloreto de potássio (KCl) para 100 L de água (GONÇALVES et al., 2005).	
4	- Adubação “2” incrementada em 50%	- Adubação de base: 900 g de sulfato de amônio [(NH ₄) ₂ SO ₄] por m ³ de substrato, 6000 g de superfosfato simples (P ₂ O ₅) por m ³ de substrato, - 300 g de cloreto de potássio (KCl) por m ³ de substrato, 2250 g de FTE BR12 (fertilizante do tipo “fritas” a base de micronutrientes contendo 3% S, 1,8% B, 0,8% Cu, 2% Mn, 0,1% Mo e 9% de Zn) por m ³ de substrato.
5	- Adubação “2” incrementada em 50% acrescida de: - Adubação de cobertura	- Adubação de base: igual a “4”. - Adubação de cobertura composta por 200 g de sulfato de amônio [(NH ₄) ₂ SO ₄] e 150 g de cloreto de potássio (KCl) por 100 L de água (GONÇALVES et al., 2005).
6	- Adubação “2” incrementada em 100%	- Adubação de base: 1200 g de sulfato de amônio [(NH ₄) ₂ SO ₄] por m ³ de substrato, 8000 g de superfosfato simples (P ₂ O ₅) por m ³ de substrato, 400 g de cloreto de potássio (KCl) por m ³ de substrato, 3000 g de FTE BR12 (fertilizante do tipo “fritas” a base de micronutrientes contendo 3% S, 1,8% B, 0,8% Cu, 2% Mn, 0,1% Mo e 9% de Zn) por m ³ de substrato.
7	- Adubação “2” incrementada em 100% acrescida de: - Adubação de cobertura	- Adubação de base: igual a “6”. - Adubação de cobertura composta por 200 g de sulfato de amônio [(NH ₄) ₂ SO ₄] e 150 g de cloreto de potássio (KCl) por 100 L de água (GONÇALVES et al., 2005).

^a = adubação de base e de cobertura

As adubações de base seguiram a recomendação de Wendling e Dutra (2010), sem ou com acréscimo de adubação de cobertura aos 90 dias após o semeio (d.a.s). Na adubação de cobertura das fertilizações “3”, “5” e “7” utilizou-se sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄] e cloreto de potássio (KCl) dissolvidos em água, pulverizada com equipamento costal, sendo aplicada na

primeira semana (90 d.a.s) a mistura de sulfato de amônio e, de cloreto de potássio, na proporção 200 e 150 g L⁻¹ de água, respectivamente, para cada 10.000 mudas, dissolvidos em água. Na segunda semana utilizou-se somente o sulfato de amônio na mesma quantidade mencionada. E semanalmente, de forma sucessiva até os 180 d.a.s os nutrientes das adubações foram intercalados. Após cada adubação de cobertura foi realizada uma breve irrigação para reduzir o excesso de adubo sobre as folhas, com o objetivo de evitar sua queima.

O semeio foi realizado em agosto de 2014, colocando-se três sementes por recipiente, recobrando-as com uma fina camada do mesmo substrato utilizado no preenchimento, e após as bandejas foram levadas à casa de vegetação. Sequencialmente, a contagem da emergência iniciou aos 27 e foi finalizada aos 39 dias após o semeio (d.a.s), considerando como plântulas emergidas, as que apresentassem visíveis os cotilédones e o primeiro par de folhas. Após esse período, foi realizado um raleio, eliminando-se as plântulas excedentes, deixando apenas uma, correspondendo a mais vigorosa e mais central. As mudas permaneceram em casa de vegetação até os 90 d.a.s (novembro de 2014).

O experimento conduzido em casa de vegetação recebeu irrigação diária de 2 mm dia⁻¹ realizada por microaspersão nos primeiros 90 dias. Após as bandejas foram conduzidas à área de crescimento com microaspersores e lâmina de água de 8 mm dia⁻¹. Ambas as irrigações controladas por comando digital (*timer*).

As avaliações morfológicas e fisiológicas foram efetuadas aos 180 d.a.s. As características morfológicas nas oito mudas centrais de cada bandeja foram medidas: correspondendo a: altura da parte aérea (H), medida da base da muda até a inserção do último lançamento foliar, com auxílio de uma régua milimetrada; diâmetro do coleto ao nível do substrato, com um paquímetro digital.

Pelo método destrutivo, utilizou-se quatro mudas por repetição para a obtenção dos parâmetros: massa seca do caule, massa seca das folhas, massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), massa seca total, relação MSA/MSR; índice de qualidade de Dickson, volume de raiz, área foliar e comprimento radicular.

Dessa forma, detalham-se os parâmetros destrutivos. Separou-se a parte aérea do sistema radicular, o qual foi lavado sobre peneira (malha número 4) para a retirada do substrato. As amostras de folhas, caules e raízes foram pesadas em balança digital de precisão do tipo capela (0,001 g) para mensuração da massa fresca tanto aérea quanto a radicular e, em seguida, foram acondicionadas em sacos de papel *Kraft*, identificadas e colocadas em estufa, a 65 °C, até atingirem peso constante. Após secas foram pesadas em balança digital de precisão do tipo capela (0,001 g) para a determinação das massas secas.

O volume radicular (VR) foi obtido pelo método do empuxo, ou seja, pelo volume de líquido deslocado. Para tanto, utilizou-se uma proveta graduada preenchida com 100 mL de água, após colocou-se a raiz nesse meio. Assim, o volume deslocado de água pela raiz ao ser inserida na proveta era cuidadosamente retirado, pois em função dos pequenos valores houve necessidade de utilizar uma proveta de 10 mL, quantificando-se dessa maneira o volume de raiz. A resposta direta do volume de raízes foi feita pela equivalência de unidades (1 mL = 1 cm³), conforme procedimento descrito por Basso (1999).

Para a área foliar (AF) e comprimento radicular (CR) foram utilizadas as mesmas mudas das análises destrutivas, das quais foram retiradas todas as folhas e raízes, e, então, estas foram fixadas em papel branco (tamanho A4), sendo recobertas por vidro transparente, tendo por escala uma régua milimetrada. As amostras foram fotografadas com o uso de câmera digital, marca Sony, modelo DSC T-100, utilizando um zoom de 1.4, sem flash. A máquina fotográfica permanecia a uma altura de 18 cm do vidro, na qual foram dispostas as amostras com folhas e raízes para serem fotografadas. Após, as imagens foram processadas no programa *Image J*[®].

O IQD foi obtido por meio da fórmula descrita em Dickson; Leaf; Hosner (1960), utilizando os dados obtidos nas avaliações não destrutivas e destrutivas conforme segue:

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{H (cm)}{DC (mm)} + \frac{MSA (g)}{MSR (g)}}$$

Sendo IQD = índice de qualidade de Dickson; MST = massa seca total; H/DC = relação altura/diâmetro do coleto; MSA/MSR = relação massa seca aérea/massa seca radicular.

As análises fisiológicas de quantificação dos pigmentos fotossintéticos e de fluorescência da clorofila *a*, respectivamente, foram realizadas aos 180 d.a.s no Laboratório de Fisiologia Vegetal, pertencente ao Departamento de Biologia (UFSM) e, no Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal (UFSM).

Para a quantificação dos pigmentos, coletou-se, entre 07 h e 10 h 30 min, a quarta folha expandida de três mudas por tratamento, totalizando 42 plantas. As folhas foram imediatamente congeladas em N₂ líquido e, posteriormente, armazenadas em ultra freezer à -80 °C, até o momento da quantificação.

A mensuração dos pigmentos fotossintéticos foi realizada por meio da obtenção das concentrações de clorofila *a* (*Chl a*), clorofila *b* (*Chl b*), clorofila total (*Chl total*), relação *Chl a/Chl b*, bem como o teor de carotenoides. Os pigmentos foram determinados seguindo a metodologia descrita por Hiscox e Israelstam (1979), e foram estimados por meio da fórmula de Lichtenthaler (LICHTENTHALER, 1987). Amostras frescas de folhas (0,1 g) foram

incubadas a 65°C com dimetilsulfóxido (DMSO) por duas horas até a remoção completa dos pigmentos e, as absorbâncias do sobrenadante foram lidas a 663 nm (clorofila *a*), 645 nm (clorofila *b*) e 470 nm (carotenoides) em espectrofotômetro modelo SF325NM (Bel Engineering, Itália).

A avaliação da fluorescência da clorofila *a* foi por meio do fluorômetro de pulso modulado JUNIOR-PAM (Walz, Alemanha). Assim, foram determinados: a razão fluorescência variável/fluorescência máxima (eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II representado por PSII - F_v/F_m) e a taxa de transporte de elétrons (ETR_{1500}), ambos medidos no período entre 7 h e 10 h 30 minutos.

Para as medições de fluorescência foi utilizada a quarta folha expandida de três mudas por tratamento, totalizando 42 plantas. Previamente as avaliações, as folhas foram pré-adaptadas ao escuro com o uso de papel alumínio durante 30 minutos. Dessa forma, determinou-se a fluorescência inicial (F_0) e, posteriormente, as folhas foram submetidas a um pulso de luz saturante ($10.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por 0,6 s, determinando-se assim a fluorescência máxima (F_m). A eficiência fotoquímica máxima do PSII (F_v/F_m) foi calculada através da razão da fluorescência variável (F_m/F_0) e a fluorescência máxima. Para mensurar a taxa de transporte de elétrons (ETR), submeteu-se cada amostra a nove níveis de radiação (0; 125; 190; 285; 420; 625; 820; 1150; e $1500 \mu\text{mol elétrons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por 10 segundos.

O substrato utilizado no experimento passou por análises físicas e químicas, as quais foram realizadas no Laboratório de Substratos do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), conforme a instrução normativa nº 17 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007) e Fermino (2003).

No decorrer do experimento, quando necessário, uma vez por mês, realizou-se a aplicação de fungicida (N-triclorometiltio-4-ciclo-hexeno-1,2-dicarboximida) e inseticida (1-6chloro-3-pyridylmethyl-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamine) nas dosagens 2,5 g e 3 g por litro de água, respectivamente, dissolvidos em 20 L de água considerando 10.000 mudas produzidas. Não foi realizada análise de salinidade do substrato.

2.2 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x7 (dois volumes de substrato e 7 tipos de adubação). Os dados foram previamente submetidos à verificação dos

pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias pelos testes de Bartlett e Shapiro-Wilk, respectivamente. Após procedeu-se a análise de variância (ANOVA) com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2014) e, quando constatada diferença entre os tratamentos pelo teste F, efetuou-se a comparação de médias pelo teste t de Student para os volumes de recipiente e teste Scott-Knott para as adubações a 5% de probabilidade de erro.

A correlação de Pearson (r) a 5% de significância foi realizada entre as variáveis morfológicas e fisiológicas no suplemento *Action* com o uso de planilha eletrônica. O sinal de “ r ” expressa a intensidade da correlação, sendo representado por um valor entre -1 e 1, (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010). Assim, a correlação linear perfeita negativa ($r = -1$) ou positiva ($r = 1$) ou, falta de relação ($r = 0$), sendo o sinal positivo e negativo atribuído para variáveis diretamente e inversamente proporcionais, respectivamente. Além disso, pode-se avaliar quantitativamente a intensidade do “ r ” como: $r = 0$ (ausência de correlação), $0 < r < 0,3$ (correlação fraca); $0,3 \leq r < 0,6$ (correlação regular); $0,6 \leq r < 0,9$ (correlação forte); $0,9 \leq r < 1$ (fortemente correlacionado) e $r = 1$ (correlação perfeita) (CALLEGARI-JACQUES, 2003). Desse modo, destacaram-se em negrito as correlações com $r \geq 0,50$, a qual corresponde a uma correlação regular, forte, muito forte a perfeita.

3 RESULTADOS

No crescimento das mudas observou-se que o desenvolvimento em H, DC, massas secas, CR, VR e AF foram favorecidos pelas adubações com fertilizante de liberação controlada (FLC), com 900-6000-300-2250 g m⁻³ de substrato (NPK incrementado em 50%+ FTE BR12) e com 1200-8000-400-3000 g m⁻³ de substrato (NPK incrementado em 100%+ FTE BR12), sendo as duas últimas fertilizações complementadas com adubação de cobertura (AC) (Tabela 14). Para esses parâmetros, verificou-se que o melhor desempenho das plantas foi promovido pelo uso do recipiente (tubete) de 180 cm³ (Apêndice H).

Tabela 14 - Altura e diâmetro do coleto de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em função dos volumes de substrato e adubações aos 180 dias após o semeio em viveiro, Santa Maria, RS

Adubação	Altura (cm)		Diâmetro do coleto (mm)
	Volume de substrato		
	110 cm ³	180 cm ³	
1	19,52 Ab*	18,10 Ac	2,31 c*
2	11,73 Bd	15,17 Ad	2,51 b
3	17,83 Ac	19,99 Ab	2,71 b
4	13,84 Bd	20,73 Ab	2,63 b
5	20,07 Bb	22,82 Aa	2,96 a
6	17,17 Bc	22,12 Aa	2,89 a
7	23,38 Aa	23,96 Aa	2,99 a
Média	17,65	20,41	2,72
CV (%)	20,54	13,66	23,98

*Médias não seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna diferem pelo teste de t de Student (volumes de substrato) e pelo teste Scott-Knott (adubações), respectivamente, a 5% de probabilidade de erro. 1 = 8 g L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada 18-05-09; 2 = sulfato de amônio – (NH₄)₂SO₄, superfosfato simples – P₂O₅, cloreto de potássio - KCl e FTE BR12 na proporção de, respectivamente, 600-4000-200-1500 por m³ de substrato; 3 = “2” + adubação de cobertura (AC); 4 = “2” incrementada em 50%; 5 = “2” incrementada em 50% + AC; 6 = “2” incrementada em 100%; 7 = “2” incrementada em 100%+ AC. AC = 200 g de N e 150 g de K₂O 100 L⁻¹ água. CV = coeficiente de variação.

Os teores de clorofila a e b (*Chl a* e *Chl b*), clorofila total e carotenoides (*Car*) semelhantemente aos parâmetros morfológicos foram influenciados pelas adubações com FLC, NPK incrementado em 50%+ FTE BR12+AC e, NPK incrementado em 100%+ FTE BR12+AC (Tabela 15). Observou-se que o volume de substrato possibilitou maiores teores médios dos pigmentos nas mudas de *A. sellowiana* cultivadas em 180 cm³, corroborado pela eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) e taxa de transporte de elétrons (ETR) (Tabela 15 e Apêndice I).

Tabela 15 – Massa seca do caule, folhas, aérea, radicular e total (MSC, MSF, MSA, MSR e, MST, respectivamente), relação MSA/MSR, índice de qualidade de Dickson (IQD), volume e comprimento radicular (VR e CR, respectivamente), área foliar (AF), teor de clorofila a, b, total (*Chl a, b e total*), relação *Chl a/Chl b*, carotenoides (*Car*), eficiência fotoquímica do fotossistema II (Fv/Fm) e taxa de transporte de elétrons (ETR) em mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em função dos volumes de substrato e adubações aos 180 dias após o semeio em viveiro, Santa Maria, RS

VS (cm ³)	MSC	MSF	MSA	MSR	MST	MSA/MSR ^{ns}	IQD ^{ns}	VR (mL)	CR (m)	AF (cm ²)	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i> ^{ns}	<i>Chl total</i>	<i>Car</i>	<i>Chl a/Chl b</i> _{ns}	Fv/Fm	ETR ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
	(g planta ⁻¹)										(mg g MF ⁻¹)						
110	0,35 b*	0,69 b	1,04 b	0,49 b	1,52 b	2,31	0,16	2,98 b	46,69 b	90,22 b	0,90 b*	0,60	2,73 b	0,42 b	1,57	0,30 b	19,95 b
180	0,49 a	0,88 a	1,37 a	0,61 a	1,98 a	2,42	0,22	4,16 a	64,76 a	113,14 a	1,04 a	0,72	3,21 a	0,51 a	1,49	0,38 a	24,46 a
ADU	MSC	MSF	MSA ^{ns}	MSR	MST	MSA/MSR	IQD ^{ns}	VR (mL)	CR (m)	AF (cm ²)	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	<i>Chl total</i>	<i>Car</i>	<i>Chl a/Chl b</i> _{ns}	Fv/Fm ^{ns}	ETR ^{ns} ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
(g planta ⁻¹)					(mg g MF ⁻¹)												
1	0,34 b**	0,83 a	1,17	0,30 c	1,47 b	3,92 a	0,12	2,10 b	35,84 b	128,14 a	1,12 a**	0,83 a	3,54 a	0,55 a	1,35	0,42	25,42
2	0,26 b	0,49 b	0,75	0,53 b	1,28 b	1,51 c	0,18	3,16 b	47,54 b	57,92 b	0,68 b	0,40 b	1,96 b	0,32 b	1,71	0,28	20,99
3	0,45 a	0,67 b	1,12	0,50 b	1,62 b	2,46 c	0,15	3,40 b	30,04 b	83,56 b	0,90 b	0,67 a	2,85 a	0,42 b	1,49	0,31	21,04
4	0,34 b	0,67 b	1,02	0,58 b	1,60 b	1,75 c	0,19	2,88 b	49,41 b	79,94 b	1,01 a	0,66 a	3,03 a	0,50 a	1,54	0,29	18,21
5	0,42 a	0,91 a	1,34	0,47 b	1,80 b	2,89 b	0,15	3,69 b	50,66 b	118,65 a	1,07 a	0,80 a	3,41 a	0,55 a	1,43	0,35	22,27
6	0,52 a	0,92 a	1,44	0,75 a	2,18 a	1,84 c	0,24	4,40 a	63,40 b	117,34 a	0,89 b	0,57 b	2,66 b	0,42 b	1,58	0,38	21,25
7	0,59 a	0,99 a	1,58	0,72 a	2,30 a	2,17 c	0,31	5,35 a	113,06 a	129,22 a	1,11 a	0,72 a	3,32 a	0,52 a	1,59	0,34	19,27
Média	0,42	0,78	1,04	0,55	1,75	2,37	0,19	3,57	55,71	101,68	0,96	0,66	2,96	0,47	1,52	0,34	22,20
CV (%)	47,60	41,48	42,05	35,19	37,78	29,88	71,08	39,10	39,13	39,77	21,97	28,95	21,56	24,60	18,54	32,75	29,56

VS = volume de substrato; ADU = adubações; ns = não significativo; * e ** Médias não seguidas pela mesma letra minúscula diferem pelo teste de t de Student e pelo teste Scott-Knott, respectivamente, a 5% de probabilidade de erro. 1 = 8 g L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada 18-05-09; 2 = sulfato de amônio – (NH₄)₂SO₄, superfosfato simples – P₂O₅, cloreto de potássio - KCl e FTE BR12 na proporção de, respectivamente, 600-4000-200-1500 por m³ de substrato; 3 = “2” + adubação de cobertura (AC); 4 = “2” incrementada em 50%; 5 = “2” incrementada em 50% + AC; 6 = “2” incrementada em 100%; 7 = “2” incrementada em 100%+ AC. AC = 200 g de N e 150 g de K₂O 100 L⁻¹ água. CV = coeficiente de variação; MF = massa fresca.

Visando a melhor recomendação de volume de substrato e adubação a espécie, optou-se como parâmetros decisórios os que expressaram melhor crescimento e correlacionaram-se com maior número de variáveis, entre as quais destacam-se H, DC, MSC, MSF e MSR. Assim, mudas de *A. sellowiana* tem seu desempenho potencializado pelo volume do recipiente de 180 cm³ e pela adubação de NPK incrementado em 100%+ FTE BR12 (1200-8000-400-3000 g m⁻³ de substrato) complementado com adubação de cobertura (Quadro 3).

Quadro 3 - Resumo dos parâmetros morfológicos e fisiológicos das mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em função dos distintos volumes de substrato e adubações aos 180 dias após o semeio em viveiro, Santa Maria, RS

Parâmetro	Fatores		
	Volume substrato (VS)	Adubação (A)	Interação (VSxA)
H ¹	-	-	Tubete 110 cm ³ e Adubação 7 com H = 23,38 cm Tubete 180 cm ³ e Adubação 7 com H = 23,96 cm
DC ²	-	Adubação 7 com DC = 2,99 mm	-
MSC ^{2 e 3}	Tubete 180 cm ³ com MSC = 0,49 g	Adubação 7 com MSC = 0,59 g	
MSF ^{2 e 3}	Tubete 180 cm ³ com MSF = 0,88 g	Adubação 7 com MSF = 0,99 g	
MSA ^{2 e 3}	Tubete 180 cm ³ com MSA = 1,37 g	Adubação 7 com MSA = 1,58 g	
MSR ^{2 e 3}	Tubete 180 cm ³ com MSR = 0,61 g	Adubação 7 com MSR = 0,72 g	
MST ^{2 e 3}	Tubete 180 cm ³ com MST = 1,98 g	Adubação 7 com MST = 2,30 g	
MSA/MSR ²	-	Adubação 1 com MSA/MSR = 3,92	
IQD ^{ns}	Valor acima de 0,2 em 180 cm ³	Valor acima de 0,2 em 180 cm ³ na adubação 6 e 7	
VR ^{2 e 3}	Tubete 180 cm ³ com VR = 4,16 mL	Adubação 7 com VR = 5,35 mL	
CR ^{2 e 3}	Tubete 180 cm ³ com AF = 113,14 cm ²	Adubação 7 com AF = 129,22 cm ²	
AF ^{2 e 3}	Tubete 180 cm ³ com CR = 64,76 m	Adubação 7 com CR = 113,06 m	
Chl a ^{2 e 3}	Tubete 180 cm ³ com Chl a = 1,04 mg g MF ⁻¹	Adubação 7 com Chl a = 1,11 mg g MF ⁻¹	-
Chl b ²	-	Adubação 7 com Chl b = 0,72 mg g MF ⁻¹	-
Chl total ^{2 e 3}	Tubete 180 cm ³ com Chl total = 3,21 mg g MF ⁻¹	Adubação 7 com Chl total = 3,32 mg g MF ⁻¹	
Chl a/Chl b ^{ns}	Tubete 180 cm ³ com Chl a/Chl b = 1,49	Adubação 7 com Chl a/Chl b = 1,59	
Car ^{2 e 3}	Tubete 180 cm ³ com Car = 0,51 mg g MF ⁻¹	Adubação 7 com Car = 0,52 mg g MF ⁻¹	-
Fv/Fm ³	Tubete 180 cm ³ com Fv/Fm = 0,38	-	-
ETR ³	Tubete 180 cm ³ com ETR = 24,46 μmol m ⁻² s ⁻¹	-	-

¹interação dupla; ²interação simples para adubação; ³interação simples para volume de substrato a 5% de probabilidade de erro. 1 = 8 g L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada 18-05-09; 2 = sulfato de amônio – (NH₄)₂SO₄, superfosfato simples – P₂O₅, cloreto de potássio - KCl e FTE BR12 na proporção de, respectivamente, 600-4000-200-1500 por m³ de substrato; 3 = “2” + adubação de cobertura (AC); 4 = “2” incrementada em 50%; 5 = “2” incrementada em 50% + AC; 6 = “2” incrementada em 100%; 7 = “2” incrementada em 100%+ AC. AC = 200 g de N e 150 g de K₂O 100 L⁻¹ água. H = altura; DC = diâmetro do coleto; MSC, MSF, MSA, MSR, MST = massa seca caule, folhas, aérea, radicular e total, respectivamente; MSA/MSR = relação MSA/MSR; IQD = índice de qualidade de Dickson; VR = volume radicular; CR = comprimento radicular; AF = área foliar; Chl a = clorofila a; Chl b = clorofila b; Chl total = clorofila total; Chl a/Chl b = relação Chl a/Chl b; Car = carotenoides; Fv/Fm = Eficiência fotoquímica do fotossistema II; ETR = transporte de elétrons.

A adubação teve associação de regular com a MSR (0,51) e o VR (0,57) e, forte com o CR (0,60) (Tabela 16). A altura, teve correlação forte com seis variáveis, as quais corresponderam a relação MSC (0,74), MSF (0,73), MSA (0,76), MST (0,69), AF (0,66) e Chl

a (0,51). O diâmetro do coleto da mesma forma que a altura, correlacionou-se com intensidade forte com MSC (0,67), MSF (0,68), MSR (0,79), MSA (0,70), MST (0,78), e IQD (0,87).

A MSC, MSA, MST se correlacionaram fortemente entre si (Tabela 16). A variável MSC evidenciou correlação forte com a AF (0,78) e, a MSF e MSA foram fortemente correlacionadas com a AF, correspondendo a intensidades de 0,93 e 0,90, respectivamente.

O VR, correlaciona-se regularmente com o DC (0,59), AF (0,58) e CR (0,55), possuindo também intensidade forte com a MSC (0,71), a MSF (0,64), MSR (0,80), a MSA (0,69), MST (0,78) e IQD (0,72). As variáveis morfológicas e fisiológicas entre si tiveram intensidade regular a forte. A *Chl a* e a *Chl b* correlacionaram-se fortemente com a *Chl total*. A *Chl a* e a *Chl total* ainda se relacionaram com a AF (0,55 e 0,51, respectivamente) e, a *Chl b* se relacionou inversamente com a *Chl a/Chl b* (-0,70).

Os diferentes volumes de substrato foram obtidos por meio do uso de recipientes do tipo tubetes cônicos de polipropileno com as capacidades volumétricas de 110 cm³ (diâmetro superior de 33,91 cm, 14 cm de altura e 6 frisos internos) e de 180 cm³ (diâmetro superior de 50,72 cm, 13,5 cm de altura e 4 frisos internos).

Tabela 16 - Matriz de correlação de Pearson (r) dos parâmetros morfológicos e fisiológicos das mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret produzidas em função dos volumes de substrato e adubações aos 180 dias após o semeio em viveiro, Santa Maria, RS

Par	VS	Adu	H	DC	MSC	MSF	MSR	MSA	MST	MSA/MSR	IQD	VR	AF	CR	ETR	Fv/Fm	Chl a	Chl b	Chl total	Chla/Chlb	Car
VS	1																				
Adu	0,00 ^{ns}	1																			
H	0,14 ^{ns}	0,41 [*]	1																		
DC	-0,05 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,44 [*]	1																	
MSC	0,25 ^{ns}	0,44 [*]	0,74 [*]	0,67 [*]	1																
MSF	0,15 ^{ns}	0,39 [*]	0,73 [*]	0,68 [*]	0,86 [*]	1															
MSR	0,20 ^{ns}	0,51 [*]	0,40 [*]	0,79 [*]	0,72 [*]	0,65 [*]	1														
MSA	0,20 ^{ns}	0,42 [*]	0,76 [*]	0,70 [*]	0,95 [*]	0,98 [*]	0,70 [*]	1													
MST	0,22 ^{ns}	0,48 [*]	0,69 [*]	0,78 [*]	0,94 [*]	0,93 [*]	0,85 [*]	0,97 [*]	1												
MSA/MSR	-0,01 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	0,35 [*]	-0,21 ^{ns}	0,56 [*]	0,17 ^{ns}	0,28 ^{ns}	-0,46 [*]	0,24 ^{ns}	1											
IQD	0,12 ^{ns}	0,38 [*]	0,25 ^{ns}	0,87 [*]	0,69 [*]	0,66 [*]	0,94 [*]	0,70 [*]	0,83 [*]	-0,37 [*]	1										
VR	0,26 ^{ns}	0,57 [*]	0,42 [*]	0,59 [*]	0,71 [*]	0,64 [*]	0,80 [*]	0,69 [*]	0,78 [*]	-0,27 ^{ns}	0,72 [*]	1									
AF	0,15 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,66 [*]	0,58 [*]	0,78 [*]	0,93 [*]	0,50 [*]	0,90 [*]	0,83 [*]	0,43 [*]	0,55 [*]	0,58 [*]	1								
CR	0,35 [*]	0,60 [*]	0,29 ^{ns}	0,33 [*]	0,42 [*]	0,36 [*]	0,60 [*]	0,40 [*]	0,49 [*]	-0,32 [*]	0,47 [*]	0,55 [*]	0,32 [*]	1							
ETR	0,31 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	1						
Fv/Fm	0,18 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,80 [*]	1					
Chl a	0,29 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,51 [*]	-0,05 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,45 [*]	0,01 ^{ns}	0,41 [*]	0,30 ^{ns}	0,49 [*]	-0,05 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,55 [*]	0,20 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1				
Chl b	0,27 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,37 [*]	-0,14 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,25 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,43 [*]	-0,17 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,38 [*]	0,14 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,66 [*]	1			
Chl total	0,31 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,48 [*]	-0,10 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,38 [*]	-0,06 ^{ns}	0,34 [*]	0,23 ^{ns}	0,51 [*]	-0,12 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,51 [*]	0,19 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,91 [*]	0,91 [*]	1		
Chla/Chlb	-0,14 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,70 [*]	-0,38 [*]	1	
Car	0,31 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,46 [*]	-0,11 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,35 [*]	-0,05 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,45 [*]	-0,11 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,47 [*]	0,14 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,89 [*]	0,82 [*]	0,94 [*]	-0,24 ^{ns}	1

*significativo a 5%; ns= não significativo; VS = volume de substrato; Adu = adubação; H = altura; DC = diâmetro do coleto; MSC = massa seca caule; MSF = massa seca folhas; MSA = massa seca aérea; MSR = massa seca radicular; MST = massa seca total; MSA/MSR = relação MSA/MSR; IQD = índice de qualidade de Dickson; VR = volume radicular; AF = área foliar; CR = comprimento radicular; Chl a = clorofila a; Chl b = clorofila b; Chl total = clorofila total, Chl a/Chl b = relação Chl a/Chl b; Car = carotenoides; Fv/Fm = Eficiência quântica do fotossistema II; ETR = transporte de elétrons.

4 DISCUSSÃO

O maior volume de substrato (180 cm³) proporcionou as maiores alturas, com valores adequados, conforme o recomendado em literatura entre 20 e 35 cm (GONÇALVES et al., 2005). A altura média das mudas de *A. sellowiana* nas adubações com FLC, NPK incrementado em 50 e 100%, ambos fertilizantes de pronta liberação complementados com adubo de cobertura, teve valores compreendidos entre 18,10 e 23,96 cm. Isto demonstra que, além do nível de adubação, a quantidade de substrato maximiza o crescimento em altura para *A. sellowiana*. A vantagem de mudas com maior altura reside no fato que essas podem competir com plantas infestantes, além disso, o porte sugere maior qualidade genética (HAASE, 2008).

O diâmetro do coleto (DC), independente da fertilização, foi inferior a 3 mm. Para espécies nativas o DC deve estar entre 5 e 10 mm, sendo esse intervalo considerado como padrão (GONÇALVES et al., 2005). Outros trabalhos, com espécies exóticas, como do gênero *Eucalyptus* produzidas em tubetes, denotam que plantas com DC superior a 2 mm são consideradas aptas ao plantio (WENDLING; DUTRA, 2010). Contudo, valores mais baixos em DC podem ser uma característica da espécie *A. sellowiana*.

O DC tem correlação forte com as massas secas, o que pode ser considerado como variável explicativa à espécie, embora menores valores tenham sido alcançados. Nesse intuito, o DC é considerado um indicativo adequado para prever a qualidade de mudas (GOMES; PAIVA, 2011), o que também é corroborado pela forte correlação com o índice de qualidade de Dickson (IQD). O IQD apesar de não significativo nesse estudo, possibilitou classificar os diferentes tratamentos com relação ao recomendado em literatura (IQD = 0,20).

Nas mudas de *A. sellowiana* não ocorreu o estiolamento, tendo em vista que inexistiu sombreamento lateral, pois o espaço entre plantas era satisfatório. As médias de massa seca do caule, folhas e aérea foram maiores no recipiente de 180 cm³, uma vez que há maior disponibilidade de substrato para crescimento. Em relação à alocação de biomassa no caule, verifica-se que a espécie responde positivamente as adubações (base e cobertura).

As médias avaliadas para MSC, MSF, MSA, MSR, MST, MSA/MSR, VR, CR e AF apresentaram a mesma tendência dos parâmetros H e DC, confirmando o recipiente e as adubações que promoveram adequado crescimento às mudas de *A. sellowiana*. Verificou-se forte correlação entre massa seca das folhas e área foliar, o que corrobora com as melhores médias nas devidas fertilizações e tubete, visto que, as folhas constituem uma das principais fontes de fotoassimilados e de nutrientes para adaptação da muda no pós-plantio, o que fornece

subsídio à importância dessa variável (GONÇALVES et al., 2005).

As variáveis ligadas ao sistema radicular (MSR, CR e VR) evidenciam a importância dessas na determinação da sobrevivência e crescimento a campo, pois quanto maior for o conjunto de raízes, menor será a probabilidade de mortalidade das mudas. Assim, a sobrevivência a campo é influenciada pela MSR, ou seja, plantas com maiores valores dessa variável tendem a sobressair sobre mudas de menor aporte de biomassa radicular (HAASE, 2008).

O volume radicular apesar de facilmente obtido está correlacionado apenas com 55% dos valores de comprimento radicular. O que compromete utilizar o atributo volume em substituição ao comprimento, pois haveria uma perda de informação de 45% e, não seria relevante para expressar o potencial de desenvolvimento da muda no campo, uma vez que o VR poderá estar associado à espessura das raízes, com função de sustentação e não de absorção.

O comprimento radicular é um dos parâmetros que evidenciou as diferenças entre tratamentos, sendo as maiores médias obtidas no maior volume de substrato e, na maior dosagem de pronta liberação com adubação de cobertura. O CR é uma variável essencial em estudos relacionados à absorção de água e nutrientes (GONÇALVES et al., 2005). A morfologia do sistema radicular, juntamente com a fisiologia fornece uma indicação mais precisa da qualidade de mudas (DAVIS; JACOBS, 2005).

Os pigmentos (*Chl a*, *Chl b*, *Chl total* e *Car*) foram incrementados também sob maior adubação de pronta liberação e fertilização de cobertura. A *Chl a* é utilizada para realizar a via fotoquímica no primeiro estágio do processo fotossintético, enquanto que os demais pigmentos (*Chl b*, *Car*, entre outros) auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios (STREIT et al., 2005).

A razão F_v/F_m das mudas de *A. sellowiana* esteve entre 0,28 e 0,42. Valores para a razão F_v/F_m em torno de 0,83 são considerados como apropriados a plantas livres de estresse (BJÖRKMAN; DEMMIG-ADAMS, 1987). Por outro lado, no presente estudo, razões abaixo de 0,83 para F_v/F_m podem ser adequadas à espécie, não indicando, portanto, prejuízos a aptidão de gerenciamento da energia nas mudas.

A taxa de transporte de elétrons (ETR) foi inferior a $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, correspondendo, portanto, ao padrão adequado a espécies livres de estresse (RITCHIE et al., 2010). Considerando que a ETR foi correlacionada com intensidade forte com a razão F_v/F_m (0,80), assim, confirmam-se os valores de F_v/F_m como sendo indicativos da espécie, satisfazendo a plantas com adequada qualidade fisiológica das mudas.

Apesar dos reduzidos valores, principalmente, de F_v/F_m (eficiência quântica do fotossistema II), constata-se expressiva conversão da energia assimilada em carboidratos para o incremento das mudas durante seis meses de produção, tendo em vista o crescimento das plantas. Assim, as variáveis relacionadas à fluorescência da clorofila *a* parecem não indicar restrições futuras as mudas.

O maior volume de substrato (180 cm³) proporcionou maior espaço de crescimento do sistema radicular. Esse recipiente possui maior altura em comparação ao de 110 cm³ o que, conseqüentemente, promove maior drenagem para o mesmo substrato e maior espaço de aeração. Conforme Ritchie et al. (2010) o fator que mais afeta a qualidade de mudas em viveiros é o tamanho do recipiente, o qual controla a quantidade de raízes que uma planta pode produzir num determinado período de tempo, além disso, o volume de recipiente regula a de umidade e a disponibilidade de nutrientes.

5 CONCLUSÃO

Mudas com adequada qualidade morfofisiológica são obtidas com o uso de 180 cm³ de substrato acrescido de sulfato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio e FTE BR12 (1200-8000-400-3000 g m⁻³ de substrato), incrementado com adubação de cobertura (200 g de N e 150 g 100 L⁻¹ de KCl 100 L⁻¹ água), produzidas com o substrato comercial a base de turfa de *Sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de fertilizante a base de NPK. As mudas atingem os padrões de 23,96 cm de altura e 2,99 mm de diâmetro do coleto para expedição a campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Fast Track, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

AMARANTE, C. V. T. do; SANTOS, K. L. dos. Goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, 2011. p001.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: Guia de Identificação e Interesse Ecológico**. Santa Maria, RS: Ed. Pallotti. 2009, 332 p.

BARNI, E. J. et al. **Potencial de mercado para a goiabeira-serrana catarinense**. Florianópolis: EPAGRI, 2004. 48 p. (Doc, 212).

BASSO, S. M. S. **Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de *Adesmia* DC. e *Lótus* L.** 268f. Doutorado (Tese), Porto Alegre: UFRGS, 1999. 268f.

BJÖRKMAN, O.; DEMMIG-ADAMS, B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 k among vascular plants of diverse origins. **Planta**, v.170; p.489- 504, 1987.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa SDA N° 17**. Diário Oficial da União - Seção 1, n° 99, 24 de maio de 2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. Brasília, 2007.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255p.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de milho. **Revista Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.45, n.12, p.1363-1371, dez., 2010.

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

CSPMA – Canadian Sphagnum Peat Moss Association. **Harvesting Peat**. Disponível em: <http://peatmoss.com/what-is-peat-moss/peat-moss-formation-and-types/>. Acesso em: 28 de Junho de 2017.

DAVIS, A. S.; JACOBS, D. F. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. **New Forests**, Melbourne, n.30, p.295-311, 2005.

DEGENHARDT, J. et al. Morfologia floral da goiabeira-serrana (*Feijoa sellowiana*) e suas implicações na polinização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.718-721, 2001.

DEGENHARDT, J. et al. Efeito de anos e determinação do coeficiente de repetibilidade de características de frutos de goiabeira-serrana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.1285-1293, 2002.

DEGENHARDT, J. et al. Avaliação fenotípica de características de frutos em duas famílias de meios-irmãos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg.) de um pomar comercial em São Joaquim, SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.475-479, 2003.

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

DUCROQUET, J. P. H. J.; HICKEL, E. R.; NODARI, R. O. **Goiabeira-serrana** (*Feijoa sellowiana*). Jaboticabal: Funep, 2000. 66p. (série frutas nativas, 5).

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

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

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

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

IMET. **Instituto Nacional de Meteorologia** – IMET 2017. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/mesTempo>>. Acesso em: 26 de Janeiro de 2017.

JACOBS, D. F.; LANDIS, T. D. Fertilization. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. **Nursery manual for native plants: A guide for tribal nurseries**. Washington: Department of Agriculture, Forest service, 2009, 302p.

HAASE, D. L. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. **Tree Planters' Notes**, v. 52, n. 2, p. 24-30, 2008.

HISCOX, J.D.; ISRAELSTAM, G. F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian Journal of Botany**, v. 57, p. 1132-1334, 1979.

LICHTENTHALER, H. K. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes**. *Methods Enzymol.*148, 350–82, 1987.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa, São Paulo: Plantarum, 2002. v. 1. 378 p.

LUNA, T.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K. Containers. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D. (Ed.). **Nursery manual for native plants: a guide for tribal nurseries**. Nursery management. Agriculture Handbook 730. Washington. D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 2009. v. 1, p. 95-111.

OLIET, J. et al. Mineral nutrition and growth of containerized *Pinus halepensis* seedlings under controlled-release fertilizer. **Scientia Horticulturae**, v.103, p.113–129, 2004.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; ASSIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e abastecimento, 1983. 525p.

RITCHIE, G. A. et al. Assessing plant quality. In: LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. **Seedling processing, storage, and outplanting**. Washington, US: Department of agriculture forest service. 2010, 200p.

SANTOS, K. L. dos et al. *Acca sellowiana* (goiabeira-serrana). In: In: BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região sul**. Orgs: CORADIN, L; SIMINSKI, A.; REIS, A. Brasília: MMA, 2011.p.111-129.

STREIT, M. N. et al. As clorofilas. **Revista Ciência Rural**, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2013. 918p.

THORP, G.; BIELESKI, R. **Feijões**: Origins, Cultivation and Uses. HortResearch. Ed. David Bateman, 2002. 87p.

VARGAS, F. S. et al. Efeitos das mudanças de recipiente em viveiro na qualidade de mudas de *Cassia leptophylla* Vogel, *Eugenia involucrata* DC. e de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias Ambientais**, v.9, n.2, p.169-177, 2011.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. (Editores). **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo, PR: Embrapa florestas, 2010. 184p.

CAPÍTULO III – LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estabelecer a lâmina de irrigação adequada à produção de mudas de *Acca sellowiana*. Em viveiro a determinação da exigência hídrica consistiu na verificação, ao longo do desenvolvimento das plantas, a qual foi realizada por meio de 10 combinações de lâmina de irrigação, que foram possíveis devido a modificação ou não das lâminas fixas (4, 8 e 12 mm) a cada 30 dias. Consistindo em: L1 (4-4-4 mm), L2 (4-4-8 mm), L3 (4-4-12 mm), L4 (4-8-8 mm), L5 (4-8-12 mm), L6 (4-12-12 mm), L7 (8-8-8 mm), L8 (8-8-12 mm), L9 (8-12-12 mm) e L10 (12-12-12 mm). Quantificou-se a sobrevivência das mudas de *A. sellowiana*, bem como parâmetros morfológicos e fisiológicos. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, efetuou-se a comparação de médias pelos testes t de Student e/ou Scott-Knott e, a correlação de Pearson (r) a 5% de probabilidade de erro. A análise conjunta dos parâmetros morfológicos e fisiológicos permitiu o entendimento sobre as exigências hídricas da espécie. A L7 possibilitou crescimento adequado dentro dos padrões estabelecidos em diâmetro do coleto, volume e comprimento radicular, eficiência fotoquímica do fotossistema II e potencial hídrico. A lâmina de irrigação contínua de 8-8-8 mm é adequada para mudas de *A. sellowiana*, permitindo melhor crescimento morfológico e desempenho fisiológico. As quais devem ser produzidas com o substrato composto por turfa de *Sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de fertilizante (NPK). Recomenda-se, para que se atinjam esses resultados, que as mesmas sejam produzidas em recipiente de 110 cm³, clima “Cfa”, sob potencial hídrico entre -0,5 e -1 MPa. Obtendo-se mudas com padrão de: 14,45 cm de altura, 2,48 mm de diâmetro do coleto e, eficiência fotoquímica do fotossistema II de 0,54.

Palavras-chave: Goiabeira-serrana. Exigência hídrica. Parâmetros morfofisiológicos.

CHAPTER III - IRRIGATION BLADES IN THE PRODUCTION OF SEEDLINGS *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret IN NURSERY

ABSTRACT

The present work had as objective to establish the irrigation blade adequate to the production of *Acca sellowiana* seedlings. In the nursery the determination of the water requirement consisted in the verification, during the development of the plants, which was accomplished by means of 10 combinations of irrigation blade, that were possible due to the modification or not of the fixed slides (4, 8 and 12 mm) every 30 days. Consisting of: L1 (4-4-4 mm), L2 (4-4-8 mm), L3 (4-4-12 mm), L4 (4-8-8 mm), L5 (4-8-12 mm), L6 (4-12-12 mm), L7 (8-8-8 mm), L8 (8-8-12 mm), L9 (8-12-12 mm) and L10 mm). The survival of *A. sellowiana* seedlings, as well as morphological and physiological parameters, were quantified. A completely randomized design (DIC) with four replications was used, Student's t-tests and/or Scott-Knott's were compared and Pearson's correlation (r) with a 5% probability of error. The joint analysis of the morphological and physiological parameters allowed the understanding of the water requirements of the species. The L7 allowed adequate growth within the established standards in collecting diameter, root volume and length, photochemical efficiency of photosystem II and water potential. The 8-8-8 mm continuous irrigation blade is suitable for *A. sellowiana* seedlings, allowing better morphological growth and physiological performance. These must be produced with the substrate composed of Sphagnum peat, expanded vermiculite, dolomitic limestone, agricultural gypsum and traces of fertilizer (NPK). It is recommended to achieve these results that they are produced in a container of 110 cm³, climate "Cfa", under water potential between -0.5 and -1 MPa. Obtaining seedlings with a pattern of: 14.45 cm in height, 2.48 mm in diameter and the photochemical efficiency of photosystem II of 0.54.

Key-words: Goiabeira-serrana. Water requirement. Morphophysiological parameters.

1 INTRODUÇÃO

O desafio perante as próximas gerações será a produção de mudas em quantidade para atender as demandas populacionais frente as perspectivas de reflorestamento. Essa maior produtividade deverá estar relacionada ao consumo racional de insumos e recursos.

Os recursos naturais (terra, água e material genético) necessários ao desenvolvimento são motivos para conflitos, há muito tempo e, possivelmente, irão aumentar em diversas regiões devido a procura por locais à produção de alimentos, fibras e energia (FAO, 2015). O mesmo documento afirma que os conflitos serão acentuados pela modificação das condições do crescimento da vegetação, redução da disponibilidade de água, perda de biodiversidade, fenômenos meteorológicos extremos e outros efeitos da mudança climática.

A sustentabilidade tem como diretriz a exploração econômica que interfira em baixo grau no meio ambiente, mas que incida de maneira positiva no desenvolvimento local (TONETTO, 2015). Nesse intuito, estudos que se destinam a promover novas tecnologias são aliados do desenvolvimento sustentável, pois permitem a produção de mudas florestais nativas de qualidade a um menor custo, utilizando racionalmente os insumos disponíveis. Cabe salientar que, a água, um recurso natural, poderá ser tornar a *commodity*⁵ do século XXI, devido a possibilidade de escassez qualitativa e/ou quantitativa (NETTO; BASTOS, 2013).

O estabelecimento da quantidade de água requerida para produzir espécies florestais, nos mais variados recipientes, está sujeito a ação de fatores como o clima, o substrato, o tipo de irrigação e as características de cada planta (LANDIS et al., 1989). O fornecimento de água interfere em todos os processos fisiológicos da célula (MARENCO; LOPES, 2007).

A falta ou excesso de água conduzem ao estresse hídrico, implicando diretamente na qualidade e no ritmo de crescimento de mudas, o que acarreta em perdas tanto em viveiro como no campo. A escassez de água afeta drasticamente o metabolismo das plantas, induzindo o fechamento dos estômatos, a fim de evitar a perda de água por transpiração, o que acarreta a redução da atividade fotossintética e uma série de outros processos nos vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2013). Por outro lado, a presença em excesso de umidade causa perdas de mudas por doenças, clorose das folhas e geotropismo negativo das raízes (LOPES et al., 2005; ALFENAS et al., 2009), favorecendo também a lixiviação dos nutrientes (REGO et al., 2005), afetando, portanto, a produtividade das mudas (REICHARDT; TIMM, 2004).

⁵ O termo é utilizado para produtos em estado bruto (matérias-primas) ou com algum percentual de industrialização.

Assim, a irrigação tem por objetivo o fornecimento de água de maneira a suprir as necessidades hídricas das culturas (parciais ou totais), possibilitando o seu desenvolvimento e produção (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2007). Além disso, a redução da disponibilidade hídrica causa efeitos diretos na capacidade fotossintética das plantas, afetando as reações bioquímicas e o funcionamento do aparato fotossintético, e indiretamente pelo fechamento estomático (LAWLOR; CORNIC, 2002).

O controle da frequência e intensidade das irrigações deve ser acompanhado pelo viveirista, em função que poderão ocorrer modificações de acordo com o estágio de crescimento das plantas e das condições climáticas (WENDLING; GATTO, 2012). Assim, uma inadequada distribuição das regas pode estar relacionada direta ou indiretamente em perdas significativas de produção (KÄMPF, 2005). A falta d'água pode levar ao estresse hídrico, além de limitar a absorção de nutrientes, por outro lado, o excesso, favorece a perda por lixiviação de fertilizantes, propiciar um ambiente anaeróbio, o aparecimento de doenças, além de questões relacionadas ao meio socioambiental (LOPES et al., 2005).

O desenvolvimento de uma muda é definido em função da condução adotada no viveiro e, no plantio a campo, devendo ser garantidas as condições mínimas de sobrevivência (LOPES, 2004). Uma muda de qualidade, apta ao plantio, deve ter altura (H) entre 15 e 30 cm (GOMES; PAIVA, 2011), diâmetro do coleto (DC) entre 5 e 10 mm (GONÇALVES et al., 2005) e, relação H/DC inferior a 10 cm mm⁻¹ (BIRCHLER et al., 1998).

Além desses parâmetros de fácil mensuração, têm-se os parâmetros fisiológicos que dependem de equipamentos e/ou análises laboratoriais para sua quantificação. Contudo, ambos os parâmetros morfológicos e fisiológicos, são complementares. Os índices de clorofila *a* e *b*, bem como da fluorescência inicial (F₀), rendimento quântico máximo do fotossistema II - PSII (F_v/F_m), taxa de transporte de elétrons (ETR) e, potencial hídrico fornecem indicativos de danos ao aparato fotossintético e de estresse.

A *Acca sellowiana* é uma arvoreta nativa da família Myrtaceae conhecida popularmente como goiabeira-serrana, goiabeira-do-campo, entre outros (REITZ; KLEIN; ASSIS, 1983). A goiabeira-serrana destina-se ao consumo *in natura*, a pequenas obras, ao paisagismo, para o enriquecimento de áreas degradadas (DUCROQUET; HICKEL; NODARI, 2000; LORENZI, 2002; BACKES; IRGANG, 2009).

Portanto, o objetivo do presente trabalho consiste em estabelecer a melhor lâmina de irrigação à produção de mudas de *A. sellowiana*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido de Novembro de 2015 a Abril de 2016, no Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal (29°43'14"S e 53°43'15"O), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A região de Santa Maria, RS, conforme a classificação de Köppen apresenta clima do tipo "Cfa" (subtropical úmido) (ALVARES et al., 2013), com temperatura média do mês mais frio entre -3 e 18°C, do mês mais quente superior a 22°C e altitude de 95 m (IMET, 2017). Conforme o mesmo instituto, a precipitação média anual é de 1.769 mm, apresentando quatro estações distintas, cujos meses mais frios incluem entre junho e agosto, e os mais quentes entre dezembro e março.

As sementes de *Acca sellowiana* provêm do lote do lote formado por 15 árvores matrizes, coletadas em população natural, distantes 100 m entre si, observando-se os critérios de sanidade (ausência de pragas e incidência de doenças), aspectos morfológicos (altura e diâmetro a altura do peito) e copa bem formada. A semeadura foi realizada em tubetes de polipropileno com capacidade de 110 cm³ de substrato (dimensões médias de 14 cm de altura e 3,5 cm de diâmetro na parte interna superior) formato cilíndrico e cônico, com presença de seis frisos internos (estrias). Os recipientes foram dispostos em bandejas plásticas de polipropileno, com dimensões de 62 cm de comprimento, 42 cm de largura e 16,5 cm de altura, com 96 células.

O substrato utilizado para o preenchimento dos tubetes foi composto por turfa de *Sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de fertilizante (NPK). De acordo com informações do fabricante, as características descritas para produto são: pH: 5,0 ± 0,5; condutividade elétrica (CE): 0,7 ± 0,3 mS cm⁻¹; densidade: 101 kg m⁻³; capacidade de retenção de água (CRA): 55% e umidade máxima de 60%.

Na adubação de base foi adicionado fertilizante de liberação controlada (FLC), com composição de nitrogênio, fósforo e potássio (18-05-09) com dosagem de 6,0 g L⁻¹. De acordo com as especificações técnicas, quando colocado em substrato úmido, a uma temperatura média de 21 °C, os nutrientes são liberados entre 5 a 6 meses.

O preparo do substrato consistiu na mistura do substrato comercial, previamente umedecido (5 L de água para 45 L de substrato conforme recomendações do fabricante), e o FLC com uma betoneira. Após, procedeu-se o preenchimento dos tubetes, os quais foram acondicionados nas bandejas. Posteriormente, essas foram colocadas em mesa de compactação por cinco segundos para acomodar o substrato, completando-se o volume, de maneira que o nível atingisse a borda dos tubetes. Procedeu-se, então, o semeio com três sementes por

recipiente, conduzindo as bandejas à casa de vegetação por dois meses, as quais receberam irrigação diária de 4 mm dia⁻¹.

2.1 Lâmina de irrigação

Para definição dos tempos de aplicação dos tratamentos (lâmina de irrigação), foram realizadas avaliações da uniformidade de água aplicada pelos aspersores. O sistema de irrigação foi avaliado com base na metodologia de Christiansen (1942), apresentada por Bernardo; Soares; Mantovani (2006), que consistiu em coletar as precipitações por meio de 48 pluviômetros colocados em uma malha de pontos no entorno dos aspersores (Figura 10).

Figura 9 – Avaliação da uniformidade da irrigação nas linhas de irrigação, Santa Maria, RS



(Fonte: TONETTO, 2016).

De posse dos dados pluviométricos, calculou-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), o qual descreve a uniformidade de irrigação, sendo usado para medir a variabilidade espacial da lâmina de água aplicada pelo sistema de irrigação. O cálculo desse coeficiente foi realizado pela seguinte equação:

$$CUC = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |xi - \bar{x}|}{n * \bar{x}} \right] * 100 \quad ($$

Em que: CUC = Coeficiente de uniformidade de Christiansen (%); xi = Precipitação obtida no coletor de ordem i (mL); \bar{x} = Precipitação média dos coletores (mL) e, n = Número de amostras coletadas.

Para a realização do teste, a área em torno dos aspersores foi dividida em subáreas quadradas, de dimensões iguais e, os coletores de precipitação foram colocados no centro de cada subárea. A quantificação da lâmina de irrigação foi determinada a partir de quatro aspersores por linha, constituindo um total de 12 aspersores, distribuídos em três linhas. Os aspersores utilizados apresentaram bocais de 8,34 x 6,8 mm de dimensão, com ângulo de extensão do jato de 360°, os quais foram alocados nas extremidades das hastes, compostas de cano PVC de 1,5 m de comprimento acima do nível do solo, atingindo um raio de alcance de 3,6 m, aproximadamente, conforme indicações do fabricante.

Três conjuntos de moto-bomba foram utilizados na irrigação, sendo cada conjunto para uma linha de aspersão e a pressão na base de 15 metros de coluna d'água (mca), e vazão total de 0,57 m³ h⁻¹. Os 48 coletores (7,7 cm de diâmetro) foram instalados a 50 cm da superfície do solo, apoiados em suportes metálicos distribuídos em área de 8,75 m², equidistantes 50 cm entre si, objetivando coletar as precipitações em torno dos aspersores testados, representando a precipitação em cada subárea.

As avaliações foram repetidas duas vezes, cada uma com duração de 30 minutos, para obtenção das médias de cada setor. A classificação do desempenho do sistema de irrigação foi estabelecida em função do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) (Tabela 17).

Tabela 17 - Classificação do desempenho das lâminas de irrigação em função do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC)

Classificação	CUC (%)
Excelente	> 90
Bom	80 – 90
Razoável	70 – 80
Ruim	60 – 70
Inaceitável	< 60

Fonte: Bernardo; Soares e Mantovani (2006)

O CUC médio foi de 79% (razoável). Os tratamentos aplicados na produção das mudas

de *A. sellowiana* consistiram na combinação de lâminas efetivas de irrigação diárias de 4, 8 e 12 mm, que foram parceladas conforme Lopes; Guerrini e Saad (2007), as quais foram alternadas ou não, permitindo diferentes arranjos, sendo o sistema automatizado e controlado por meio de *timers* (Tabela 18).

Tabela 18 – Distribuição das lâminas, horários e duração de cada aplicação das irrigações em mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret, Santa Maria, RS

Lâmina de água	Lâmina Efetiva (mm)	Horário	Tempo de cada irrigação (minutos)
Lâmina de 4 mm dia ⁻¹ (3 ^a fileira)	1	8 h 30 min	4
	1	11 h 00 min	6
	1	14 h 00 min	3
	1	17 h 00 min	4
Lâmina de 8 mm dia ⁻¹ (1 ^a fileira)	2	8 h 36 min	5
	2	11 h 08 min.	8
	2	14 h 05 min.	5
	2	17 h 06 min.	5
Lâmina de 12 mm dia ⁻¹ (5 ^a fileira)	3	8 h 43 min	6
	3	11 h 18 min.	7
	3	14 h 12 min.	7
	3	17 h 13 min.	6

2.2 Instalação do teste de lâmina de irrigação

Após a permanência das mudas em casa de vegetação (Novembro de 2015 a Janeiro de 2016), realizou-se a seleção com objetivo de homogeneização à instalação do teste com diferentes lâminas de irrigação na fase de crescimento (Janeiro a Abril de 2016) (Tabela 19).

Tabela 19 – Características médias das mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret no tempo zero quando foram submetidas as lâminas de irrigação, Santa Maria, RS

Lâminas	NF	H (cm)	DC (mm)	H/DC (cm mm ⁻¹)
L1	13,22	3,36	0,41	8,64
L2	14,72	3,68	0,48	8,14
L3	14,75	3,47	0,48	7,67
L4	14,41	3,57	0,50	7,88
L5	15,03	3,86	0,51	7,89
L6	13,94	3,85	0,57	7,13
L7	13,22	3,49	0,50	7,51
L8	14,03	3,55	0,56	6,67
L9	13,84	3,51	0,48	8,09
L10	14,81	3,77	0,57	7,03

NF = número de folhas; H = altura; DC = diâmetro do coleto; H/DC = relação altura/diâmetro do coleto.

As lâminas eram mantidas ou modificadas de acordo com o tratamento a cada 30 dias (Tabela 20). A determinação da exigência hídrica consistiu na verificação, ao longo do desenvolvimento das plantas de *A. sellowiana*, a qual foi realizada por meio de 10 combinações de lâmina de irrigação (Tabela 20).

Tabela 20 – Lâminas efetivas aplicadas na produção de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret, Santa Maria, RS

Lâminas	Tempo (dias)		
	0-30	30-60	60-90
L1*	4 mm	4 mm	4 mm
L2	4 mm	4 mm	8 mm
L3	4 mm	4 mm	12 mm
L4	4 mm	8 mm	8 mm
L5	4 mm	8 mm	12 mm
L6	4 mm	12 mm	12 mm
L7*	8 mm	8 mm	8 mm
L8	8 mm	8 mm	12 mm
L9	8 mm	12 mm	12 mm
L10*	12 mm	12 mm	12 mm

*L1, L7 e L10, que correspondem às lâminas de 4, 8 e 12 mm permaneceram fixas por todo período do experimento, enquanto as demais foram alteradas a cada 30 dias.

Em dias de precipitação, o sistema de irrigação foi desligado e as mudas cobertas com lonas plásticas transparentes, formando túneis, com o objetivo de eliminar a influência sobre os resultados. Assim, esperava-se a descontinuidade da precipitação para proceder a aplicação dos tratamentos.

2.3 Parâmetros morfológicos e fisiológicos

Após 90 dias de instalação do teste, quantificou-se a sobrevivência das mudas de *A. sellowiana*, bem como parâmetros morfológicos e fisiológicos.

As avaliações morfológicas pelo método não destrutivo foram efetuadas em oito mudas centrais de cada bandeja, as quais corresponderam a: altura da parte aérea (H), medida da base da muda até a inserção do último lançamento foliar, com auxílio de uma régua milimetrada; diâmetro do coleto (DC) ao nível do substrato, com um paquímetro digital; relação H/DC e número de folhas (NF).

Pelo método destrutivo, a avaliação utilizou quatro mudas por repetição para a obtenção dos seguintes parâmetros: massa seca do caule (MSC); massa seca das folhas (MSF); massa

seca aérea (MSA composta pelo caule e folha); massa seca radicular (MSR); massa seca total (MST); relação MSA/MSR; índice de qualidade de Dickson (IQD); volume radicular (VR); área foliar (AF) e comprimento radicular (CR).

Dessa forma, os procedimentos para determinação dos atributos destrutivos, consistiram em lavagem do sistema radicular sobre peneira (malha número 4) para a retirada do substrato. As amostras de folhas, caules e raízes foram acondicionadas em sacos de papel *Kraft*, identificadas e colocadas em estufa, a 65 °C, até atingirem peso constante. Após secas foram pesadas em balança digital de precisão do tipo capela (0,001 g) para a determinação das massas secas.

O volume radicular (VR) foi obtido pelo método do empuxo, ou seja, pelo volume de líquido deslocado. Para tanto, utilizou-se uma proveta graduada preenchida com 100 mL de água, após colocou-se a raiz nesse meio. Assim, o volume deslocado de água pela raiz ao ser inserida na proveta de 100 mL, era cuidadosamente retirado, pois em função dos pequenos valores houve necessidade de utilizar uma proveta de 10 mL, quantificando-se dessa maneira o volume de raiz. A resposta direta do volume de raízes foi feita pela equivalência de unidades (1 mL = 1 cm³), conforme procedimento descrito por Basso (1999).

Para a área foliar (AF) e comprimento radicular (CR) foram utilizadas as mesmas mudas das análises destrutivas, das quais foram retiradas todas as folhas e raízes, e, então, estas foram fixadas em papel branco (tamanho A4), sendo recobertas por vidro transparente, tendo por escala uma régua milimetrada. As amostras foram fotografadas com o uso de câmera digital, marca Sony, modelo DSC T-100, utilizando um zoom de 1.4, sem flash. A máquina fotográfica permanecia a uma altura de 18 cm do vidro, na qual foram dispostas as amostras com folhas e raízes para serem fotografadas. Após as imagens foram processadas no programa *Image J*[®].

O IQD foi obtido por meio da fórmula descrita em Dickson; Leaf; Hosner (1960), utilizando os dados obtidos nas avaliações não destrutivas e destrutivas conforme segue:

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{H (cm)}{DC (mm)} + \frac{MSA (g)}{MSR (g)}}$$

Sendo IQD = índice de qualidade de Dickson; MST = massa seca total; H/DC = relação altura/diâmetro do coleto; MSA/MSR = relação massa seca aérea/massa seca radicular.

A avaliação dos parâmetros fisiológicos foi realizada aos 90 dias após a instalação do teste de irrigação em viveiro sob as diferentes lâminas. Para avaliação dos índices de clorofila *a* e de clorofila *b* foi utilizado o clorofilômetro, que fornece como unidade de medida o índice de clorofila Falker (ICF), produto da emissão de fotodiodos em três comprimentos de onda

(635, 660 e 880 nm) (FALKER, 2008). O ICF (*a* e *b*) foi determinado em duas plantas por repetição, nas quais foram realizadas duas leituras na terceira folha expandida.

Além disso, foi avaliada a fluorescência da clorofila *a*, entre 07 h e 10 h 30 min, em quatro plantas por tratamento, totalizando 40, com auxílio de um fluorômetro de pulso modulado JUNIOR-PAM (*Chlorophyll Fluorometer*), em folhas expandidas e com boas condições fitossanitárias. As folhas foram pré-adaptadas ao escuro, com uso de papel laminado, durante 30 minutos, para determinação da fluorescência inicial (F_0) e posteriormente, a fluorescência máxima (F_m) por meio de um pulso de luz saturante ($10.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por 0,6 segundos. A eficiência fotoquímica máxima do PSII (F_v/F_m) foi calculada pela fluorescência máxima e fluorescência inicial. A taxa de transporte de elétrons (ETR), foi obtida após nove níveis de radiação (0; 125; 190; 285; 420; 625; 820; 1150; e $1500 \mu\text{mol elétrons m}^{-2} \text{s}^{-1}$), cada um por 10 segundos.

O potencial hídrico ($\Psi_{\text{Hídrico}}$) foi avaliado em dois horários, na antemã (4 h) e ao meio-dia (12 h) com auxílio de uma câmara de pressão de Scholander (Modelo 1000, PMS) conforme metodologia descrita por Scholander et al. (1965). Para as análises do potencial hídrico foliar, foram selecionadas as folhas localizadas no terço médio de quatro plantas por tratamento, totalizando 40.

A umidade do substrato foi analisada com sensor de umidade ML3 (Soil moisture Kit AT) que mensura o conteúdo de umidade volumétrica do solo em $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ (alcance: 0 a $0,5 \text{m}^3 \text{m}^{-3}$). Para as avaliações foram selecionadas quatro plantas por tratamento, totalizando 40, as quais foram realizadas em oito períodos do dia: antes da primeira irrigação, após a primeira irrigação, antes da segunda irrigação, após a segunda irrigação, antes da terceira irrigação, após a terceira irrigação, antes da quarta irrigação e, após a quarta irrigação.

2.4 Delineamento e análise estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. Avaliou-se os dados quanto às pressuposições de normalidade e homogeneidade da variância. A análise estatística foi efetuada com o software SISVAR (FERREIRA, 2014), submetendo os dados à análise de variância (ANOVA) e, havendo diferença entre os tratamentos pelo teste F, efetuou-se a comparação de médias pelos testes t de Student (períodos de avaliação do potencial hídrico) e/ou Scott-Knott (lâminas de irrigação, índices e fluorescência da clorofila, potencial

hídrico e umidade do substrato) a 5% de probabilidade de erro.

A correlação de Pearson (r) a 5% de significância foi realizada entre as variáveis morfológicas e fisiológicas no suplemento *Action* com o uso de planilha eletrônica. O sinal de “ r ” expressa a intensidade da correlação, sendo representado por um valor entre -1 e 1, (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010). Pode-se avaliar a intensidade do “ r ” quantitativamente: $r = 0$ (ausência de correlação), $0 < r < 0,3$ (correlação fraca); $0,3 \leq r < 0,6$ (correlação regular); $0,6 \leq r < 0,9$ (correlação forte); $0,9 \leq r < 1$ (fortemente correlacionado) e $r = 1$ (correlação perfeita) (CALLEGARI-JACQUES, 2003), destacou-se $r \geq 0,50$.

3 RESULTADOS

As lâminas proporcionaram uma sobrevivência média de 97,19% (CV = 17,07%) às mudas de *A. sellowiana* aos 90 dias após o início da aplicação das diferentes lâminas (150 dias após a semeadura) (Apêndice 15). O número de folhas médio foi de 43,28 (CV = 45,74%).

A altura (H) das mudas foi maior em L5 (4-8-12 mm), L6 (4-12-12 mm) e L3 (4-4-12 mm), correspondendo a 17,00; 16,62 e 15,66 cm, respectivamente (Tabela 21). O diâmetro do coleto (DC) foi superior em L5, L6, L4 (4-8-8 mm) e L7 (8-8-8 mm), cujos valores foram de 2,74; 2,73; 2,58 e 2,48 mm, respectivamente (Tabela 21). A relação H/DC não apresentou diferenças entre as lâminas com valor médio de 5,93 cm mm⁻¹ (Apêndice J).

Tabela 21 – Altura (H), diâmetro do coleto (DC), volume e comprimento radicular (VR e CR, respectivamente), fluorescência inicial (F0), eficiência fotoquímica do fotossistema II (Fv/Fm) de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret nas diferentes lâminas de irrigação após 90 dias de instalação do teste em viveiro, Santa Maria, RS

Lâmina (mm)	H (cm)	DC (mm)	VR (mL)	CR (m)	F0	Fv/Fm
L1 (4-4-4)	14,12 b*	2,25 b	2,28 a	23,79 d	93,00 a	0,67 c
L2 (4-4-8)	14,61 b	2,26 b	2,12 a	18,82 d	91,00 a	0,62 b
L3 (4-4-12)	15,66 a	2,35 b	1,47 b	19,05 d	87,00 a	0,65 c
L4 (4-8-8)	14,62 b	2,58 a	1,51 b	16,25 d	82,00 a	0,63 c
L5 (4-8-12)	17,00 a	2,74 a	1,57 b	19,77 d	92,33 a	0,61 b
L6 (4-12-12)	16,62 a	2,73 a	1,78 a	59,21 c	71,00 a	0,69 c
L7 (8-8-8)	14,45 b	2,48 a	1,94 a	114,63 a	117,00 b	0,54 a
L8 (8-8-12)	12,75 b	2,27 b	1,21 b	118,11 a	78,33 a	0,61 b
L9 (8-12-12)	12,02 b	2,21 b	0,83 b	94,30 b	104,67 b	0,61 b
L10 (12-12-12)	14,68 b	2,30 b	0,89 b	130,37 a	91,00 a	0,64 c
Média	14,66	2,42	1,56	61,43	90,73	0,63
CV (%)	34,26	29,65	73,28	47,82	15,15	6,89

*Médias não seguidas pela mesma letra minúscula diferem pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro; CV = coeficiente de variação.

As médias de massa seca das folhas, do caule, aérea, radicular e total foram de 0,61; 0,27; 0,88; 0,36 e 1,24 g planta⁻¹, respectivamente (Apêndice L). A razão MSA/MSR foi de 2,79 e o índice de qualidade de Dickson de 0,15 (CV = 63,76%). A área foliar média foi de 82,53 cm². O volume radicular foi superior em L1 (4-4-4 mm), L2 (4-4-8 mm), L6 e L7, com valores de 2,28; 2,12; 1,78 e 1,94 mL, respectivamente. O comprimento radicular com superioridade de médias em L7, L8 (8-8-12 mm) e L10 (12-12-12 mm), com valores de 114,63; 118,11 e 130,37 m, respectivamente.

Os índices de clorofila Falker *a* e *b* foram de 38,77 e 20,86, respectivamente (Apêndice K). A fluorescência inicial foi elevada para L7 e L9, perante as demais lâminas (Tabela 21). A taxa de transporte de elétrons média foi de 12,29 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Apêndice K).

Para o potencial hídrico foliar ($\Psi_{\text{Hídrico}}$) houve interação entre as lâminas e os períodos de avaliação, sendo os valores da antemanhã menos negativos comparados aos lidos ao meio-dia (Tabela 22). Ao avaliar separadamente os períodos de avaliação, verifica-se que na madrugada L1, L2, L3, L4 e L7 apresentaram menor estresse, comprovado pelos valores de potencial hídrico. E ao meio-dia esse comportamento se inverte em relação a antemanhã, com as lâminas L5, L6, L8, L9 e L10, com valores de -0,59; -0,55; -0,50; -0,48 e -0,54 MPa (Tabela 22 e Apêndice M).

Tabela 22 – Potencial hídrico foliar ($\Psi_{\text{Hídrico}}$) das diferentes lâminas avaliado na antemanhã e ao meio-dia em mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret nas diferentes lâminas de irrigação após 90 dias de instalação do teste em viveiro, Santa Maria, RS

Lâmina (mm)	$\Psi_{\text{Hídrico}}$ antemanhã	$\Psi_{\text{Hídrico}}$ meio-dia
	(MPa)	
L1 (4-4-4)	-0,25 Aa*	-0,90 Bc
L2 (4-4-8)	-0,33 Aa	-0,70 Bb
L3 (4-4-12)	-0,43 Aa	-0,71 Bb
L4 (4-8-8)	-0,32 Aa	-0,67 Bb
L5 (4-8-12)	-0,58 Ab	-0,59 Aa
L6 (4-12-12)	-0,55 Ab	-0,55 Aa
L7 (8-8-8)	-0,38 Aa	-0,86 Bc
L8 (8-8-12)	-0,51 Ab	-0,50 Aa
L9 (8-12-12)	-0,48 Ab	-0,48 Aa
L10 (12-12-12)	-0,61 Ab	-0,54 Aa
Média	-0,44	-0,44
CV (%)	14,74	16,42

*Médias não seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna diferem pelo teste de t de Student (turnos de avaliação) e pelo teste Scott-Knott (lâmina), respectivamente, a 5% de probabilidade de erro; CV = coeficiente de variação.

As lâminas e os períodos de avaliação foram significativos como fatores isolados para a umidade do substrato. Assim, verifica-se maior umidade em L7 (0,368 m^3 de H_2O por m^{-3} de substrato), L5 (0,359 m^3 de H_2O por m^{-3} de substrato) e L8 (0,351 m^3 de H_2O por m^{-3} de substrato). Com relação aos períodos de aplicação das lâminas durante o decorrer do dia, observa-se que a umidade é maior após a primeira e segunda irrigação, com valores de 0,334 e 0,352 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, respectivamente (Tabela 23).

Tabela 23 – Umidade do substrato de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret nas lâminas de irrigação e nos períodos de avaliação durante o dia, após 90 dias de instalação do teste em viveiro, Santa Maria, RS

Lâmina (mm)	Umidade (m ³ m ⁻³)	Período de avaliação	Umidade (m ³ m ⁻³)
L1 (4-4-4)	0,207 d*	<p>Antes da primeira irrigação</p> <p>Após a primeira irrigação</p> <p>Antes da segunda irrigação</p> <p>Após a segunda irrigação</p> <p>Antes da terceira irrigação</p> <p>Após a terceira irrigação</p> <p>Antes da quarta irrigação</p> <p>Após a quarta irrigação</p>	0,266 c*
L2 (4-4-8)	0,306 b		0,334 a
L3 (4-4-12)	0,280 c		0,312 b
L4 (4-8-8)	0,298 c		0,352 a
L5 (4-8-12)	0,359 a		0,297 c
L6 (4-12-12)	0,326 b		0,317 b
L7 (8-8-8)	0,368 a		0,286 c
L8 (8-8-12)	0,351 a		0,313 b
L9 (8-12-12)	0,316 b		
L10 (12-12-12)	0,287 c		
Média	0,310	Média	0,310
CV (%)	19,98	CV (%)	19,98

*Médias não seguidas pela mesma letra minúscula diferem pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro; CV = coeficiente de variação.

A correlação entre as variáveis morfológicas e fisiológicas demonstra que as lâminas têm relação forte e diretamente proporcional com o comprimento radicular (0,75) (Tabela 23). A altura tem forte correlação com o DC (0,86). A eficiência fotoquímica do fotossistema II tem relação inversa com a fluorescência inicial da clorofila *a* (-0,76).

Tabela 24 – Matriz de correlação de Pearson (r) dos parâmetros morfológicos e fisiológicos das mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret produzidas em função das lâminas de irrigação aos 90 dias após a instalação do teste em viveiro, Santa Maria, RS

Parâmetros	LAM	H	DC	VR	CR	F0	Fv/Fm
LAM	1,00						
H	0,09 ^{ns}	1,00					
DC	0,05 ^{ns}	0,86*	1,00				
VR	-0,26 ^{ns}	0,37*	0,35*	1,00			
CR	0,75*	0,03 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	1,00		
F0	0,12 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	0,38*	0,21 ^{ns}	1,00	
Fv/Fm	-0,24 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,32*	-0,27 ^{ns}	-0,76*	1,00

*significativo a 5%; ns= não significativo; LAM = lâmina de irrigação; H = altura; DC = diâmetro do coleto; VR = volume radicular; CR = comprimento radicular; F0 = fluorescência inicial; Fv/Fm = eficiência fotoquímica do fotossistema II.

4 DISCUSSÃO

As mudas de *Acca sellowiana* durante o tempo de avaliação em viveiro sob as distintas lâminas de irrigação possibilitaram conhecer o adequado fornecimento hídrico à espécie. Isso só foi possível mediante a corroboração entre parâmetros morfológicos e fisiológicos, que conjuntamente conduziram a escolha da melhor lâmina de irrigação.

A altura (H) nas lâminas L3, L5 e L6 está dentro do intervalo entre 15,66 e 17 cm. Esses valores, são inferiores em comparação ao padrão recomendado para espécies nativas (20 a 35 cm) (GONÇALVES et al., 2005). Contudo, não refletem redução na qualidade de mudas da espécie.

O diâmetro do coleto (DC) foi considerado como adequado em L4, L5, L6 e L7, mesmo com valores abaixo do proposto em literatura (5 a 10 mm) (GONÇALVES et al., 2005). O que permite aferir que menores DC são inerentes a *A. sellowiana*, o que é corroborado pelo estudo de volumes de substrato e adubações, no qual também foram obtidas mudas com DC inferiores a 3,00 mm. Verifica-se correlação forte de 86% entre DC e H, podendo-se utilizar na análise uma ou outra variável, devido a associação positiva entre elas.

O VR e o CR foram superiores em L7. O volume radicular informa sobre o espaço ocupado e, o comprimento possibilita mensurar sobre o tamanho das raízes, se essas são compostas por maioria fina (absorção) ou se predomina uma de maior espessura (sustentação), ambas avaliações são complementares, embora não tenham se correlacionado significativamente nesse estudo. Tal resposta possivelmente ocorreu porque as lâminas L1 e L2, por exemplo, mostram respostas opostas, com maior volume de raiz e menor comprimento, sugerindo o espessamento de raízes ao invés de expansão, provavelmente devido a menor disponibilidade hídrica. O maior CR esteve associado a raízes finas (primárias e secundárias).

A água influencia o crescimento e desenvolvimento da planta, atuando no alongamento e na diferenciação celular em função da redução na turgescência da célula, resultando na diminuição do desenvolvimento da área foliar, afetando a produção e translocação de fotoassimilados para novas áreas de crescimento (LARCHER, 2006). A menor disponibilidade de água implicou na redução da alocação de carbono em biomassa, o que, conseqüentemente, foi mensurado na H, DC e sistema radicular das mudas de *A. sellowiana*. Os dados do volume radicular foram explicados em 75% pela lâmina da irrigação. A estrutura radicular pode ser empregada para estimar o crescimento inicial de mudas a campo e, também a sobrevivência, ou seja, essa será maior quanto mais abundante for o sistema radicular, independente da altura

(GOMES; PAIVA, 2011).

A fluorescência inicial (F0) foi maior em L7 e L9, sendo que a F0 representa a fluorescência com todos os centros de reação "abertos" e refere-se à emissão de fluorescência pelas moléculas de clorofila *a* do complexo coletor de luz do PSII (KRAUSE; WEISS, 1991). O ideal é que os valores de F0 sejam baixos, uma vez que a análise da fluorescência inicial sugere estresse ao aparato fotossintético. O intervalo considerado adequado a F0 é de 0,2 a 0,6 (RITCHIE et al., 2010). Por outro lado, os valores encontrados para F0 em L7 e L9 não influenciaram negativamente a eficiência fotoquímica do PSII (Fv/Fm), uma vez que menores Fv/Fm (0,54 e 0,61, respectivamente) são inerentes à espécie *A. sellowiana* (Capítulo II).

A Fv/Fm em L7 foi inferior aos valores 0,75 e 0,83 recomendados em literatura (BJÖRKMAN; DEMMIG; ADAMS, 1987; MAXWELL; JOHNSON, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2013), porém, não inibiu o crescimento das mudas nessa lâmina, confirmando as menores razões Fv/Fm como características da espécie. Em arbóreas da Caatinga, avaliadas nas épocas seca e chuvosa, sete das onze espécies não alteraram a Fv/Fm em relação aos períodos e, as outras quatro apresentaram reduções mínimas atribuídas às características evolutivas dessas espécies (TROVÃO et al., 2007).

O potencial hídrico da antemanhã, independentemente da lâmina, tem valores inferiores ao do meio dia. A classificação do estresse hídrico pode ser realizada com base em intervalos de valores, os quais implicam em diferentes respostas das mudas nas lâminas de irrigação. Constata-se que todas as lâminas utilizadas mantiveram as plantas sob baixo estresse (-0,5 a -1,0 MPa), mesmo no período mais quente do dia e, geralmente baixo estresse durante a madrugada, quando as plantas se reidrataram das perdas diurnas por evapotranspiração. É possível inferir que ao meio-dia o nível de estresse foi baixo para L9 e moderado para as demais lâminas (LANDIS et al., 1989).

O potencial hídrico será mais negativo quanto menor for a quantidade de água no solo ou no substrato, principalmente, no horário do meio-dia, quando a transpiração apresenta valores elevados e a pressão negativa no xilema proporciona menor absorção de água pela planta (LARCHER, 2006). O potencial hídrico da planta não está relacionado a nenhum outro parâmetro morfológico e fisiológico, contudo, a aferição na antemanhã pode determinar ajustes a serem feitos na irrigação em viveiro (RITCHIE et al., 2010).

A maior umidade proporcionada ao substrato pela L7, em análise conjunta com os parâmetros morfológicos e fisiológicos, permitiu inferir que essa lâmina atendeu às exigências hídricas da *A. sellowiana*. A L7 possibilitou crescimento adequado em diâmetro do coleto, volume e comprimento radicular, eficiência fotoquímica do fotossistema II (Fv/Fm) e, potencial

hídrico dentro dos padrões estabelecidos. O conhecimento sobre a umidade do solo ou substrato viabiliza o uso apropriado da irrigação, sendo utilizado em estudos hidrológicos, meteorológicos, geotécnicos, dentre outros (GEVAERD et al., 2006).

Os períodos de avaliação permitiram conhecer em que momentos ocorrem os menores valores de umidade (antes da primeira, terceira e quarta irrigação), nos quais há maior necessidade de manejar a irrigação, redistribuindo as precipitações conforme as necessidades das plantas de *A. sellowiana*, garantindo a eficiência no uso da água. Dessa forma, antes da primeira irrigação a água pode ter sido reabsorvida para reidratação do plasto, podendo-se ainda conhecer o momento que a água é mais limitante (até às 12h). Desse modo, visando a melhoria nos processos de irrigação, conhecer como partilhar a umidade durante o turno de rega é importante, em função das propriedades do sistema solo-água-planta, tornando-se indispensável para o exercício de práticas sustentáveis, minimizando os prejuízos ao meio ambiente (SOUZA; MATSURA, 2002).

A sobrevivência das mudas após a disposição nas lâminas foi elevada (97,19%), sobretudo, quando comparada a 57,81% de *Balfourodendron riedelianum* (pau-marfim) aos 180 dias em condições semelhantes ao do presente estudo (GOMES, 2016). O número de folhas, sugere que houve homogeneidade na alocação de biomassa frente as lâminas, o que demonstra a tolerância de *A. sellowiana* tanto a quantidades reduzidas como elevadas de água.

A relação H/DC demonstrou que há estabilidade entre a parte aérea e o diâmetro do coleto em todas as lâminas avaliadas, com valores inferiores a 10 cm mm^{-1} (BIRCHLER et al., 1998). A massa seca aérea de *A. sellowiana* foi semelhante entre as lâminas, o que também ocorreu para mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva), condicionadas a lâminas de 4, 8 e 12 mm (FAUERHARMEL, 2014). A massa seca radicular e relação MSA/MSR podem ser indicativas de qualidade de mudas, uma vez que são fontes de acúmulo de carbono, contudo, para a espécie não houve distinção entre as lâminas. O índice de qualidade de Dickson em média foi de 0,15, o que se aproxima do mínimo recomendado de 0,20 (HUNT, 1990). Esse índice agrega em sua mensuração variáveis que, especialmente, nesse estudo não se diferenciaram entre as lâminas.

A área foliar não caracterizou diferenças entre as lâminas de irrigação, porém a mesma tem relação direta com os processos fotossintéticos e reações bioquímicas, os quais não foram afetados como se comprova pela taxa de transporte de elétrons média de $12,29 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, que refuta a ideia de dano ao aparato fotossintético (RITCHIE et al., 2010). O teor relativo de clorofilas *a* e *b* foi de 38,77 e 20,86, respectivamente, cujos valores são intermediários (FALKER, 2008).

5 CONCLUSÃO

A lâmina de irrigação contínua de 8-8-8 mm é adequada para mudas de *A. sellowiana*, permitindo melhor crescimento morfológico e desempenho fisiológico. As quais devem ser produzidas com o substrato composto por turfa de *Sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de fertilizante (NPK). Recomenda-se, para que se atinjam esses resultados, que as mesmas sejam produzidas em recipiente de 110 cm³, clima “Cfa”, sob potencial hídrico entre -0,5 e -1 MPa. Obtendo-se mudas com padrão de: 14,45 cm de altura, 2,48 mm de diâmetro do coleto e, eficiência fotoquímica do fotossistema II de 0,54.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2009. 500 p.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Fast Track, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: Guia de Identificação e Interesse Ecológico**. Santa Maria, RS: Ed. Pallotti. 2009, 332 p.

BASSO, S. M. S. **Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de *Adesmia* DC. e *Lótus* L.** 268f. Doutorado (Tese), Porto Alegre: UFRGS, 1999. 268f.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed., Viçosa: Editora UFV, 2006, 625p.

BIRCHLER, T. et al. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. Madrid, **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, v. 7, n. 1/2, p. 109-121, 1998.

BJÖRKMAN, O.; DEMMIG-ADAMS, B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 k among vascular plants of diverse origins. **Planta**, v.170; p.489- 504, 1987.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255p.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de milho. **Revista Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.45, n.12, p.1363-1371, dez., 2010.

CHRISTIANSEN, E. J. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley: University of California, 1942. 142p. (Bulletin, 670)

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

DUCROQUET, J. P. H. J; HICKEL, E. R.; NODARI, R. O. **Goiabeira-serrana** (*Feijoa sellowiana*). Jaboticabal: Funep, 2000, 66p. (Série frutas nativas).

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

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Recursos naturais**. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i0765pt/i0765pt13.pdf>>. Acesso em: 23 de Novembro de 2017.

FAUERHARMEL, M. **Desenvolvimento inicial *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2014. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

GEVAERD, R. et al. Estimativa operacional da umidade do solo para iniciação de modelos de previsão numérica da atmosfera. Parte II: Impacto da umidade do solo e da parametrização de acúmulos na simulação de uma linha seca. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, n. 3a, p. 74-88, 2006.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros florestais: produção sexuada**. Viçosa, MG: ed., UFV, 2011. 116p.

GOMES, D. R. **Qualidade fisiológica de diásporos, produção e desenvolvimento inicial a campo de *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl**. Santa Maria: UFSM, 2016. 117f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

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

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 RM-200, 1990, **Roseburg. Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p.218-222.

IMET. **Instituto Nacional de Meteorologia** – IMET 2017. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/mesTempo>>. Acesso em: 26 de Janeiro de 2017.

KÄMPF, A. N. Irrigação. In: KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agrolivros. 2005, p.171-180.

KRAUSE, H.; WEIS, W. Chlorophyll Fluorescence and Photosynthesis: The Basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, 42, 313-349, 1991. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.pp.42.060191.001525>

LANDIS, T. D. et al. **The Container Tree Nursery Manual**: Volume 4, Seedling Nutrition and Irrigation. USDA Forest Serv. Agric. Handb., 1989, 119p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 532p.

LAWLOR, D.W.; CORNIC, G. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. **Plant, Cell and Environment**, v.25, n.2, p.275-279, 2002.

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

LOPES, J. L. W. et al. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba: n. 68, p. 97-106, 2005.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**. v.31, n.5, p. 835-843. 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 352 p. 2002.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed.; atual. e ampl. Viçosa: UFV, 2007. 358 p.

MAXWELL C.; JOHNSON, G.M. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. **Journal of**

Experimental Botany, v.51, n.354, p.659-668, 2000.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa: UFV, 2007. 469p.

NETTO, A. de O. A.; BASTOS, E. A. Reflexões críticas sobre as teorias agronômicas da irrigação. In: NETTO, A. de O. A.; BASTOS, E. A. **Princípios agronômicos da irrigação**. Brasília: Embrapa, 2013, p.17-30.

REGO, J. L. et al. Uso de esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura da melancia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 155-159, 2005.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C.; **Solo, planta e atmosfera**: conceitos, processos e aplicações. Barueri: Manole, 2004. 478 p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; ASSIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e abastecimento, 1983. 525p.

RITCHIE, G. A. et al. Assessing plant quality. In: LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. **Seedling processing, storage, and outplanting**. Washington, US: Department of agriculture forest service. 2010, 200p.

SCHOLANDER, P. F. et al. Hydrostatic pressure and osmotic potentials in leaves of mangroves and some other plants. **Proceedings of the National Academy Science**, v.51, p.119-125, 1965.

SOUZA, C. F.; MATSURA, E. E. Avaliação de sondas de TDR multi-haste segmentadas para estimativa da umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 63 – 68, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2013. 918p.

TONETTO, T. da S. **Viabilidade econômica de substituição de tecnologia do substrato e regime de rega na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos**. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Bacharel em Ciências Econômicas, RS, 2015, 58f. (Dados não publicados).

TONETTO, T. da S. **Levantamento fotográfico da instalação e condução do experimento de lâminas de irrigação de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret**. (Dados não

publicados). 2016.

TROVÃO, D. M. B. M. et al. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.307-311, 2007.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. (Editores). **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo, PR: Embrapa florestas, 2010. 184p.

WENDLING, I.; GATTO, A. irrigação das mudas. In: WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas ornamentais**. Viçosa: Aprenda fácil, 2012, p.109-142.

CAPÍTULO IV – ANÁLISE DOS CUSTOS E PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret E O RETORNO FINANCEIRO

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar os custos da produção de mudas de *A. sellowiana* frente a distintos volumes de substrato e adubações em viveiro, bem como as implicações de cunho financeiro. Além disso, mensurar e ponderar os custos envolvidos no processo produtivo de mudas dispostas em diferentes lâminas de irrigação. O Experimento I testou a produção de mudas em dois volumes de substrato (110 e 180 cm³) combinados com sete adubações (ADU) (1 = 8 g L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada 18-05-09; 2 = sulfato de amônio; superfosfato simples; cloreto de potássio e micronutrientes FTE BR12, respectivamente, 600-4000-200-1500 g m⁻³ de substrato; 3 = “2” + adubação de cobertura (AC); 4 = ADU “2” incrementada em 50%; 5 = ADU “2” incrementada em 50% + AC; 6 = ADU “2” incrementada em 100%; 7 = ADU “2” incrementada em 100% + AC. AC = 200 g de sulfato de amônio e 150 g de cloreto de potássio L⁻¹ de água), por 180 dias após o semeio. O experimento II avaliou por 150 dias distintas lâminas de irrigação: L1 (4-4-4 mm), L2 (4-4-8 mm), L3 (4-4-12 mm), L4 (4-8-8 mm), L5 (4-8-12 mm), L6 (4-12-12 mm), L7 (8-8-8 mm), L8 (8-8-12 mm), L9 (8-12-12 mm) e, L10 (12-12-12 mm). No decorrer dos experimentos foram avaliados os insumos (adubos, tubetes, bandejas, entre outros) utilizados, após foram mensurados os custos fixos (CF), variáveis (CV), total (CT), custo médio (*cme*), fixo (*cf*) e variável unitário (*cv*), margem de contribuição (MC), ponto de equilíbrio (PE), razão benefício-custo (B/C) e índice de qualidade de Dickson (IQD). A análise financeira e econômica da produção de mudas de *A. sellowiana* deve estar associada a um padrão de qualidade da muda, evitando desempenho inadequado no campo. O uso de 180 cm³ com NPK + micronutrientes (1200-8000-400-3000 g m⁻³ de substrato, incrementado com adubação de cobertura de 200 g L⁻¹ de N e 150 g L⁻¹ de K₂O de água) foi a que propiciou o maior valor de IQD (0,27). A combinação teve CT de R\$ 5.022,20 para 10.000 mudas, sendo 49% desse valor composto pelos custos variáveis (substrato, recipiente (tipo tubete), bandeja, adubo, inseticida, fungicida, energia elétrica e sementes), *cme* de R\$ 0,50, *cf* de R\$ 0,25, *cv* de R\$ 0,25. A margem de contribuição foi de R\$ 1,25, PE de 2.031 unidades e, B/C de 2,99. A lâmina de 8-8-8 mm possibilitou um CT de R\$ 4.396,50, *cme* de R\$ 0,44, *cf* de R\$ 0,19, *cv* de 0,25. A margem de contribuição foi de R\$ 1,31, PE de 1.929 unidades e, B/C de 3,41. A análise financeira e econômica da produção de mudas de *A. sellowiana* deve estar associada ao padrão de qualidade desejado das mudas, evitando a tomada de decisões inadequadas. Indica-se a combinação do recipiente tipo tubete de 180 cm³ com NPK + micronutrientes (1200-8000-400-3000 g m⁻³ de substrato, incrementado com adubação de cobertura de 200 g L⁻¹ de N e 150 g L⁻¹ de K₂O de água) e, também a lâmina de 8-8-8 mm. Essas combinações, apesar de um menor retorno financeiro, propiciam um melhor crescimento às mudas de *A. sellowiana*. O mercado pode ser considerado em desenvolvimento, mas existe prospecção ao cultivo e comercialização de produtos oriundos da espécie.

Palavras-chave: Goiabeira-serrana. Indicadores financeiros. Retorno econômico. Produção em viveiro.

CHAPTER IV - ANALYSIS OF THE COSTS AND PRODUCTION OF SEEDLINGS *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret AND THE FINANCIAL RETURN

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the costs of *A. sellowiana* seedlings production in relation to different substrate volumes and nursery fertilization, as well as the financial implications. In addition, to measure and to ponder the costs involved in the productive process of seedlings arranged in different irrigation slides. Experiment I tested the production of seedlings in two volumes of substrate (110 and 180 cm³) combined with seven fertilizations (FE): 1 = 8 g L⁻¹ of controlled release fertilizer 18-05-09; 2 = ammonium sulfate; superphosphate simple; potassium chloride and FTE BR12 micronutrients, respectively, at the dosage of 600-4000-200-1500 g m⁻³ substrate; 3 = equal "2" + cover fertilization (CF composed of 200 g of ammonium sulphate and 150 g of potassium chloride L-1 of water); 4 = FE "2" increased by 50%; 5 = FE "2" incremented by 50% + CF; 6 = FE "2" incremented by 100%; 7 = FE "2" incremented by 100% + CF, for 180 days after sowing. Experiment II evaluated for 150 days different irrigation slides: L1 (4-4-4 mm), L2 (4-4-8 mm), L3 (4-4-12 mm), L4 (4-8-8 mm), L5 (4-8-12 mm), L6 (4-12-12 mm), L7 (8-8-8 mm), L8 (8-8-12 mm), L9 (8-12-12 mm) and L10 (12-12-12 mm). In the course of the experiments, the inputs (fertilizers, tubes, trays, etc.) used were evaluated after the fixed costs (CF), variables (CV), total (TC), average cost (*cme*), fixed and the unit variable (*cv*), contribution margin (MC), equilibrium point (PE), benefit-cost ratio (B/C) and Dickson quality index (IQD). The financial and economic analysis of seedling production of *A. sellowiana* should be associated to a seedling quality standard, avoiding inadequate field performance. The use of 180 cm³ with NPK + micronutrients (1200-8000-400-3000 g m⁻³ of substrate, increased with cover fertilization of 200 g L⁻¹ of N and 150 g L⁻¹ of K₂O of water) was which gave the highest IQD value (0.27). The combination had CT of R\$ 5,022.20 for 10,000 seedlings, of which 49% was composed of variable costs (substrate, container (tray type), tray, fertilizer, insecticide, fungicide, electric energy and seeds), *cme* of R\$ 0.50, *cf* of R\$ 0.25, *cv* of R\$ 0.25. The contribution margin was R\$ 1.25, PE of 2,031 units and B/C of 2.99. The 8-8-8 mm blade allowed a TC of R\$ 4,396.50, *cme* of R\$ 0.44, *cf* R\$ 0.19, *cv* of 0.25. The contribution margin was R\$ 1.31, PE of 1,929 units and B/C of 3.41. The financial and economic analysis of seedling production of *A. sellowiana* must be associated to the desired quality standard of the seedlings, avoiding the inadequate decision making. It is indicated the combination of the 180 cm³ container with NPK + micronutrients (1200-8000-400-3000 g m⁻³ of substrate, increased with cover fertilization of 200 g L⁻¹ of N and 150 g L⁻¹ of water K₂O) and also the 8-8-8 mm blade. These combinations, despite a lower financial return, provide a better growth for *A. sellowiana* seedlings. The market can be considered in development, but there is prospectation for the cultivation and commercialization of products originating from the species.

Key-words: Goiabeira-serrana. Financial indicators. Economic return. Production in nursery.

1 INTRODUÇÃO

A demanda por serviços florestais visando à recomposição de áreas implica que um maior número de mudas nativas deverá ser produzido para suprir esta necessidade. A produção em viveiro requer que plantas estejam disponíveis para expedição em quantidade, sobretudo, com qualidade apropriada.

O viveirista por sua vez precisa reconhecer quais insumos devem ser utilizados visando à maximização do tempo, visto que, a maior parte das espécies nativas permanecem em viveiro por um maior período em comparação às exóticas de rápido crescimento. Nesse sentido, o responsável pela produção deve estabelecer quais combinações de matéria-prima devem ser empregadas para alcançar os padrões de qualidade de mudas descritos em literatura e, que também gerem um apropriado retorno financeiro.

A qualidade do produto, na atualidade, é questão de sobrevivência, pois mantém as empresas em condições de competir (LEITE et al., 2005). Os mesmos autores afirmam que há a necessidade de saber quais os custos envolvidos na produção, ou quanto se deixa de ganhar, com a qualidade ou por falta dessa, por que essas implicações refletem diretamente na aceitação e no valor final de mercado.

Nesse sentido, cada investimento afeta diretamente qualquer empreendimento florestal em maior ou menor intensidade, pois há escassez de recursos (naturais, financeiros, entre outros) frente as necessidades de produção que são ilimitadas. Assim, deve-se selecionar dentre as várias alternativas, a que proporcione crescimento e rendimento financeiro adequado. Em função disso, o investimento deve, necessariamente, estar fundamentado em análise econômica, no intuito de auxiliar na tomada de decisão da alternativa a ser adotada (BERGER et al., 2011).

A escolha e o arranjo de insumos a serem utilizados desde o substrato, recipiente, fertilização, irrigação, entre outros permite manejo adequado tecnicamente e sustentável economicamente. A combinação depende da espécie, recursos e uso final do empreendimento.

A análise econômica, por si só, fornece elementos de ordem financeira, contudo, deve-se ter conhecimento sobre o padrão morfofisiológico da espécie, para que não sejam erroneamente prescritos insumos em quantidade e qualidade inadequadas às plantas. Contudo, é importante a análise conjunta para que haja uma melhor resposta da qualidade do produto oferecido e custo de produção de mudas florestais nativas.

A *Acca sellowiana*, conhecida popularmente como goiabeira-serrana, goiabeira-do-campo, goiabeira-ananás, araçá-do-rio-grande, entre outros nomes, se distribui no Uruguai,

Argentina e Brasil (Norte do Rio Grande do Sul até o Paraná) nas formações abertas de altitude (LORENZI, 2002). A goiabeira-serrana é cultivada como frutífera em muitos países, sendo um produto de exportação do Uruguai e da Nova Zelândia, com diversos cultivares (BACKES; IRGANG, 2009).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os custos da produção de mudas de *A. sellowiana* frente distintos volumes de substrato e adubações em viveiro, bem como as implicações de custo financeiro. Além disso, mensurar e ponderar os custos envolvidos no processo produtivo de mudas dispostas em diferentes lâminas de irrigação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Montagem experimento I - *Acca sellowiana* em distintos volumes de substrato e adubação de base

O experimento I refere-se à produção de mudas em distintos volumes de substrato e adubação de base. O estudo foi conduzido em dois ambientes de viveiro (casa de vegetação e área de crescimento), no Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal (29°43'14"S e 53°43'15"O) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A região de Santa Maria, RS, conforme a classificação de Köppen apresenta clima do tipo "Cfa" (subtropical úmido) (ALVARES et al., 2013), caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais frio entre -3 e 18 °C, do mês mais quente superior a 22 °C e altitude de 95 m (IMET, 2017). Conforme o mesmo instituto, a precipitação média anual é de 1.769 mm, apresentando quatro estações distintas, cujos meses mais frios incluem entre junho e agosto, e os mais quentes entre dezembro e março.

O experimento foi planejado em esquema fatorial 2x7 (dois volumes de substrato e sete distintas adubações), totalizando 14 tratamentos com quatro repetições cada. Os diferentes volumes de substrato foram obtidos com o uso de recipientes do tipo tubetes cônicos de polipropileno com as capacidades volumétricas de 110 e 180 cm³, acondicionadas em bandejas plásticas. Os volumes de 110 e de 180 cm³ foram preenchidos com substrato comercial a base de turfa de *Sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de fertilizante NPK. Conforme as informações do fabricante as características do substrato são pH 5,5±0,5, condutividade elétrica de 0,4±0,3 mS cm⁻¹, densidade de 145 kg m⁻³, capacidade de retenção de água (CRA₁₀) de 55% e umidade de 50%.

No momento de preparo foram adicionadas ao substrato distintas adubações de base e, este foi pré-umedecido. Após realizou-se a acomodação do substrato, por meio de uso da mesa de compactação por cinco segundos e, havendo necessidade, completou-se o volume, de maneira que o nível atingisse a borda dos tubetes. Para alguns tratamentos a adubação de base foi complementada com adubação de cobertura, o que gerou os sete diferentes níveis de fertilizações (Quadro 4).

Quadro 4 – Adubações utilizadas na produção de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

Adubação ^a	Componentes	
1	- Adubação de base: 8 g L ⁻¹ de fertilizante de liberação controlada 18-05-09 composto por nitrogênio -N, superfosfato simples (P ₂ O ₅) e cloreto de potássio - KCl. Dosagem máxima recomendada conforme o fabricante. Segundo as especificações técnicas, quando colocado em substrato úmido, a uma temperatura média de 21,1°C, libera os nutrientes em um prazo entre 5 e 6 meses.	
2	- Adubação de base: 600 g de sulfato de amônio – [(NH ₄) ₂ SO ₄], 4000 g de superfosfato simples - P ₂ O ₅ , 200 g de cloreto de potássio – KCl e 1500 g de FTE BR12 (fertilizante do tipo “fritas” a base de micronutrientes contendo 3% S, 1,8% B, 0,8% Cu, 2% Mn, 0,1% Mo e 9% de Zn).	
3	- Adubação de base: igual a “2” acrescida de: - Adubação de cobertura composta por 200 g de sulfato de amônio [(NH ₄) ₂ SO ₄] e 150 g de cloreto de potássio (KCl) para 100 L de água (GONÇALVES et al., 2005).	
4	- Adubação “2” incrementada em 50%	- Adubação de base: 900 g de sulfato de amônio [(NH ₄) ₂ SO ₄] por m ³ de substrato, 6000 g de superfosfato simples (P ₂ O ₅) por m ³ de substrato, 300 g de cloreto de potássio (KCl) por m ³ de substrato e 2250 g de FTE BR12 (fertilizante do tipo “fritas” a base de micronutrientes contendo 3% S, 1,8% B, 0,8% Cu, 2% Mn, 0,1% Mo e 9% de Zn) por m ³ de substrato.
5	- Adubação “2” incrementada em 50% acrescida de: - Adubação de cobertura	- Adubação de base: igual a “4”. - Adubação de cobertura composta por 200 g de sulfato de amônio [(NH ₄) ₂ SO ₄] e 150 g de cloreto de potássio (KCl) por 100 L de água (GONÇALVES et al., 2005).
6	- Adubação “2” incrementada em 100%	- Adubação de base: 1200 g de sulfato de amônio [(NH ₄) ₂ SO ₄] por m ³ de substrato, 8000 g de superfosfato simples (P ₂ O ₅) por m ³ de substrato, 400 g de cloreto de potássio (KCl) por m ³ de substrato e 3000 g de FTE BR12 (fertilizante do tipo “fritas” a base de micronutrientes contendo 3% S, 1,8% B, 0,8% Cu, 2% Mn, 0,1% Mo e 9% de Zn) por m ³ de substrato.
7	- Adubação “2” incrementada em 100% acrescida de: - Adubação de cobertura	- Adubação de base: igual a “6”. - Adubação de cobertura composta por 200 g de sulfato de amônio [(NH ₄) ₂ SO ₄] e 150 g de cloreto de potássio (KCl) por 100 L de água (GONÇALVES et al., 2005).

^a = adubação de base e/ou de cobertura.

As adubações de base seguiram a recomendação de Wendling e Dutra (2010), sem ou com acréscimo de adubação de cobertura aos 90 dias após o semeio (d.a.s). Na adubação de cobertura das fertilizações “3”, “5” e “7” utilizou-se sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄] e cloreto de potássio (KCl) dissolvidos em água, pulverizados com máquina costal, sendo aplicada na primeira semana (90 d.a.s) a mistura de sulfato de amônio e, de cloreto de potássio, na proporção 200 e 150 g L⁻¹ de água, respectivamente, para cada 10.000 mudas. Na segunda semana utilizou-se somente o sulfato de amônio na mesma quantidade antes mencionada. E semanalmente, de forma sucessiva até os 180 d.a.s as adubações foram intercaladas. Após cada adubação de cobertura foi realizada uma breve irrigação, para reduzir o excesso de adubo, evitando a queima das folhas.

Uma vez por mês no decorrer do experimento realizou-se a aplicação de fungicida (N-triclorometiltio-4-ciclo-hexeno-1,2-dicarboximida) e inseticida (1-6chloro-3-pyridylmethyl-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamine) nas dosagens 2,5 g e 3 g por litro de água, respectivamente, dissolvidos em 20 L de água aplicado em 10.000 mudas produzidas.

2.2 Montagem experimento II - *Acca sellowiana* sob diferentes lâminas de irrigação

O experimento II refere-se à produção de mudas sob diferentes lâminas de irrigação, em área de crescimento no Laboratório citado no item 2.1. A semeadura foi realizada em tubetes de polipropileno com capacidade de 110 cm³ de substrato, dispendo-os em bandejas plásticas de polipropileno.

O substrato utilizado para o preenchimento dos tubetes foi composto por turfa de *Sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de fertilizante (NPK). De acordo, com informações do fabricante, as características descritas para produto são: pH: $5,0 \pm 0,5$; condutividade elétrica (CE): $0,7 \pm 0,3$ mS cm⁻¹; densidade: 101 kg m⁻³; capacidade de retenção de água (CRA): 55% e umidade máxima de 60%.

Na adubação de base foi adicionado fertilizante de liberação controlada (FLC), com composição de nitrogênio, fósforo e potássio (18-05-09) com dosagem de 6,0 g L⁻¹. De acordo com as especificações técnicas, quando colocado em substrato úmido, a uma temperatura média de 21 °C, os nutrientes são liberados entre 5 a 6 meses.

O preparo do substrato consistiu na mistura do substrato comercial, previamente umedecido e o FLC com uma betoneira. Após, procedeu-se o preenchimento dos tubetes, os quais foram acondicionados nas bandejas. Posteriormente, essas foram colocadas em mesa de compactação por cinco segundos para acomodar o substrato e, havendo necessidade, completou-se o volume, de maneira que o nível atingisse a borda dos tubetes.

Após o semeio de três sementes por recipiente, conduziu-se as bandejas à casa de vegetação, onde as mudas permaneceram dois meses, sob irrigação de 4 mm dia⁻¹. Decorrido esse período, as mudas foram dispostas na área de crescimento a pleno sol, local no qual foram submetidas as diferentes combinações das lâminas, sendo alternadas ou não a cada 30 dias (Tabela 25). A determinação da exigência hídrica consistiu na verificação, ao longo do desenvolvimento, de plantas de *A. sellowiana*, por meio de 10 combinações de lâmina de irrigação (Tabela 25).

Em dias de precipitação, o sistema de irrigação foi desligado e as mudas cobertas com lonas plásticas transparentes, formando túneis, com o objetivo de eliminar a influência sobre os resultados. Assim, esperava-se a descontinuidade da precipitação para proceder a aplicação dos tratamentos de forma manual.

Tabela 25 – Lâminas efetivas aplicadas na produção de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret, Santa Maria, RS

Lâminas	Tempo (dias)		
	0-30	30-60	60-90
L1*	4 mm	4 mm	4 mm
L2	4 mm	4 mm	8 mm
L3	4 mm	4 mm	12 mm
L4	4 mm	8 mm	8 mm
L5	4 mm	8 mm	12 mm
L6	4 mm	12 mm	12 mm
L7*	8 mm	8 mm	8 mm
L8	8 mm	8 mm	12 mm
L9	8 mm	12 mm	12 mm
L10*	12 mm	12 mm	12 mm

*L1, L7 e L10, que correspondem às lâminas de 4, 8 e 12 mm permaneceram fixas por todo período do experimento, enquanto as demais foram alteradas a cada 30 dias.

2.2 Análise da viabilidade financeira e econômica

A análise de custos dos insumos foi realizada mediante pesquisa de preços. Contudo, o valor do frete não foi incluído, sendo este um fator determinado pela localização do viveiro (NAVROSKI, 2013; TONETTO, 2015). Do mesmo modo, as combinações dos fatores testados, não considerou os materiais permanentes do viveiro, custos de administração, entre outros custos possíveis em um viveiro de produção de mudas florestais. Cabe salientar, que se considerou um cenário com mudas de *A. sellowiana* alternadas em 50% dentro de cada bandeja, ou seja, somente metade do espaço útil foi ocupado (48 e 27 células, respectivamente, para 110 e 180 cm³), pois ao final do ciclo é nessa condição que as mesmas se encontram. Assim, fez-se a relação dos insumos ponderados na avaliação, a unidade considerada e o custo correspondente, os quais se encontram expressos em reais (R\$) (Tabela 26).

Tabela 26 – Produtos, unidades e valores considerados na constituição dos cálculos dos custos

das mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

Material adquirido	Unidade	Preço unitário (R\$)
Substrato comercial (Turfa <i>Sphagnum</i>)	Saco 45 L	12,00
Recipiente 110 cm ³ ^a	Milheiro	105,00
Recipiente 180 cm ³ ^a	Milheiro	144,00
Bandeja 110 cm ³ ^b	Unitária (96 células)	7,50
Bandeja 180 cm ³ ^b	Unitária (54 células)	8,40
Fertilizante de liberação controlada (18-5-9)	Saco 22,68 kg	789,29
Sulfato de amônio (NH ₄) ₂ SO ₄	Saco 50 kg	66,00
Superfosfato simples (P ₂ O ₅)	Saco 50 kg	60,00
Cloreto de potássio (KCl)	Saco 50 kg	84,00
FTE BR 12 (Micronutrientes)	Saco 50 kg	68,00
Inseticida	Saco 100 g	17,00
Fungicida	Saco 1 kg	33,00

^a = recipientes serão utilizados em dois ciclos por ano por dois anos; ^b = bandejas serão usadas por quatro anos.

Os dados de custos considerados foram aquisição de sementes, fertilizante de base, substrato, recipientes, bandejas, entre outros), custos de manutenção (adubo de cobertura), custos com mondas (capina manual, considerando-se o valor da mão de obra) e alguns custos eventuais (inseticida e fungicida). As mudas de *A. sellowiana* tiveram o levantamento dos custos dos insumos utilizados, tendo por base os Experimentos I e II. Nesse estudo, direcionou-se a uma produção total (PT) de 10.000 mudas ano⁻¹, sendo as receitas provenientes da venda ao final do ciclo de produção ao preço unitário de R\$ 1,50.

Considerou-se no cálculo a depreciação linear dos tubetes, das bandejas e das bombas de irrigação, sendo avaliado o total de custos variáveis (CV) e custos fixos (CF), suas respectivas contribuições percentuais, o custo total (CT). Mensurou-se também o custo médio, variável, fixo unitários, a margem de contribuição, ponto de equilíbrio em unidades produzidas e em valores monetários e a razão benefício/custo (B/C).

No decorrer do crescimento das mudas passaram por setores dentro do viveiro tanto no experimento I como no II, sendo utilizadas distintas motobombas, sendo a potência, as horas e o número de dias utilizados por mês, consumo de energia, custo do quilowatt por hora e da energia elétrica por setor expressos no Quadro 5.

Para efetuar o cálculo do substrato considerou-se um índice de 1,20 sobre a quantidade usada em cada hipótese para o preenchimento dos recipientes, o mesmo procedimento foi adotado para adubação.

A despesa com aquisição das sementes levou em consideração que mil sementes contêm 2,48 g e, que um quilo contém, em torno de, 403.225,80 sementes. Assim, foram utilizadas três sementes por recipiente, sendo necessários 30.000 sementes visando à produção de 10.000

mudas, considerando-se o preço de R\$ 977,88 quilo⁻¹ conforme o Capítulo I. No total foram necessários 0,07 kg de sementes para produzir 10.000 plantas.

Quadro 5 - Motobombas, sendo a potência, as horas e o número de dias utilizados por mês, consumo de energia, custo do quilowatt por hora e da energia elétrica por setor na produção de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em viveiro nos Experimentos I e II

Setor	Motobombas por setor	Potência		Horas utilizadas	Dias utilizados mês ⁻¹	Consumo energia elétrica (KWh)	Custo (R\$ KWh ⁻¹)	Custo energia elétrica por setor (R\$)
		Cv	W					
Microaspersão	1	2	1470,99	0,28	30	12,50	0,32	4,00
Linha 4 mm	1	1	735,49	0,28	30	6,25	0,32	2,00
Linha 8 mm	1	1	735,49	0,38	30	8,45	0,32	2,70
Linha 12 mm	1	2	1470,99	0,40	30	17,65	0,32	5,64
Casa de vegetação	2	0,5	735,49	0,28	30	6,25	0,32	2,00

No cálculo, considerou-se o tempo utilizado nos Experimentos I e II que foi de 180 e 150 dias (6 e 5 meses, respectivamente), desde o semeio até a fase de expedição da muda dentro dos padrões estabelecidos em literatura para altura e diâmetro do coleto. Considerando também, o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), obtido por meio da fórmula descrita em Dickson; Leaf; Hosner (1960):

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{H (cm)}{D (mm)} + \frac{MSA (g)}{MSR (g)}}$$

Sendo IQD = índice de qualidade de Dickson; MST = massa seca total; H/D = relação altura/diâmetro do coleto; MSA/MSR = relação massa seca aérea/massa seca radicular.⁶

Desse modo, fez-se uso da taxa de juros utilizada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para o Programa de Plantio Comercial de Recuperação de Florestas (Propflora) que considera uma taxa de juros anual de 6,75% ao ano (a.a). Como a ocorrência dos eventos (adubação, irrigação, entre outros) é mensal, fez-se o cálculo da taxa equivalente de juros, por meio da fórmula $(1+i_a) = (1+i_m)^{12}$, onde i_a = taxa anual e i_m = taxa mensal. Resultando na taxa equivalente de 0,5458% ao mês (a.m).

Nos cálculos foram consideradas as depreciações lineares [DL = (preço inicial – preço final)/vida útil] das motobombas empregadas nos distintos setores de produção do viveiro, assim, verificou-se o preço de compra e a vida útil, estimando-se um preço nulo ao final do

⁶ Os dados morfológicos não estão apresentados nesse Capítulo, os mesmos são referentes aos Capítulos II e III.

tempo de uso. Assim, mensurou-se a depreciação linear por ano e semestral (Quadro 6).

Quadro 6 - Depreciação linear (DL) anual e semestral das motobombas utilizadas na produção em viveiro de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret, preço inicial e a vida útil

Setor	Preço inicial (R\$)	Vida útil (anos)	DL (R\$ ano)	DL (R\$ semestre ⁻¹)
Microaspersão	787,55	2	393,775	196,88
Linha 4 mm	446	2	223	111,5
Linha 8 mm	446	2	223	111,5
Linha 12 mm	787,55	2	393,775	196,88
Casa de vegetação	269,68	2	134,84	67,42

Para a mão de obra considerou-se um funcionário recebendo um salário mínimo e meio (R\$ 937,00 x 1,50 = R\$ 1.405,50) acrescido de 70% de encargos (R\$ 1.405,50 x 0,70 = R\$ 983,85), totalizando R\$ 2.389,35 mensais. Comumente um viveiro necessita de um trabalhador para cada 200.000 plantas (DUMROESE; LUNA; LANDIS, 2009).

Os custos variáveis (CV) mensurados foram correspondentes ao substrato, recipiente (tubete), bandeja, adubo, inseticida, fungicida, energia elétrica e sementes. Enquanto, os custos fixos (CF) se referem a depreciação linear e a mão de obra. O custo total (CT) foi obtido pela expressão:

$$CT = CV + CF$$

Sendo calculado também o custo médio (C_{me}) ou unitário pela razão do CT pela produção total (PT):

$$C_{me} = \frac{CT}{PT}$$

O custo variável unitário (cv) foi calculado pela relação do total de CV e PT:

$$cv = \frac{CV}{PT}$$

Da mesma maneira, mensurou-se o custo fixo unitário (cf):

$$cf = \frac{CF}{PT}$$

O preço de venda estimado foi de R\$ 1,50 que representou a média na região de Santa Maria, RS, considerando-se uma muda nativa produzida em tubete com características adequadas de qualidade, com o preço de venda foi possível calcular a margem de contribuição (MC):

$$MC = \text{Preço de venda unitário} - \text{Custo variável unitário}$$

Obtendo-se ainda o ponto de equilíbrio (PE) em unidades:

$$PE_q = \frac{\text{Total de custos fixos}}{\text{Margem de contribuição}}$$

Calculou-se o ponto de equilíbrio em termos monetários:

$$PE_{R\$} = \text{Preço de venda unitário} \times PE \text{ em unidades}$$

O valor de comercialização (VC) foi calculado pela equação:

$$VC = PT \times \text{preço de venda da muda}$$

A razão benefício/custo (B/C) foi calculada por: $B/C = \frac{\sum_{j=0}^n R_j (1+i)^j}{\sum_{j=0}^n C_j (1+i)^j}$, onde R_j = receita n período j; C_j = custo no período j; i = taxa de juros; j = período de ocorrência da receita ou do custo (0...n); n = número de períodos de duração do projeto (dias, semanas, meses, anos) (SILVA; JACOVINE; VALVERDE, 2005).

Salienta-se que todos os componentes de custeio elencados são os insumos utilizados na produção das 10.000 mudas, não sendo mensurados aqueles que fazem parte do processo de um viveiro que se encontra em atividade produtiva. Ou seja, o estudo parte de uma base comum a todos os viveiros, portanto, não estão inclusos custos com casa de vegetação, casa de sombra, escritório, galpão, trator, instalações elétricas e hidráulicas, laboratório, área de pleno sol, câmara de armazenamento, betoneira, balança de precisão, computador, ferramentas em geral, impostos, entre outros. A água empregada na irrigação foi obtida por meio de poços artesianos e, portanto, não foi computada aos cálculos.

3 RESULTADOS

Os custos de produção das mudas de *A. sellowiana* variaram de acordo com os volumes de substrato e adubações de base. Da mesma forma, plantas sob distintas lâminas de irrigação compuseram diferentes custos em função das combinações hídricas avaliadas no estudo, as quais foram analisadas do ponto de vista de três óticas (considerações): do menor e maior custo e, melhor qualidade, respectivamente.

Primeiramente, avaliando o menor custo total (CT), este esteve associado ao uso de 110 cm³ de substrato com NPK + micronutrientes (600-4000-200-1500 g m³), o qual foi de R\$ 4.144,25, sendo composto por 61,3% de custos fixos (CF - mão de obra e depreciação) (Quadro 7). O custo médio, fixo e variável unitário (c_{me} , cf e cv) nessa combinação foram, respectivamente, de R\$ 0,41; R\$ 0,16 e R\$ 0,25, com margem de contribuição de R\$ 1,34. Sendo necessárias a comercialização de 1.898 unidades para que se atinja o ponto de equilíbrio (PE), ou em valores monetários de R\$ 2.847,40; com razão benefício custo (B/C) de 3,62 e índice de qualidade de Dickson (IQD) igual a 0,17.

A avaliação segundo o maior CT, evidencia que esse foi de R\$ 5.808,66 com a combinação de 180 cm³ e fertilizante de liberação controlada – FLC (NPK 18-05-09) (Quadro 7). O c_{me} , cf e cv obtidos nesse arranjo foram, simultaneamente, de R\$ 0,58; R\$ 0,33 e R\$ 0,25, com margem de contribuição de R\$ 1,17. Para alcançar o PE precisam ser vendidas 2.167,51 mudas de *A. sellowiana*; o que representa uma necessidade de aumentar as vendas em 15%. A B/C foi de 2,58 e IQD de 0,17.

Os extremos representados pelo menor e maior custo total, respectivamente, não proporcionaram adequada qualidade às mudas de *A. sellowiana*, visto, os valores de IQD abaixo dos relatados em literatura (IQD = 0,20). Por fim, avaliando a qualidade de mudas, percebe-se que o uso de 180 cm³ com NPK + micronutrientes incrementados em 100% com adição de adubação de cobertura foi a que propiciou o maior valor de IQD (0,27), associado à altura de 23,96 cm e diâmetro do coleto de 2,99 mm. A combinação teve CT de R\$ 5.022,20, sendo 49% desse valor composto pelos custos variáveis (substrato, recipiente do tipo tubete, bandeja, adubo, inseticida, fungicida, energia elétrica e sementes), c_{me} de R\$ 0,50, cf de R\$ 0,25, cv de R\$ 0,25. A margem de contribuição foi de R\$ 1,25, PE de 2.031 unidades e, B/C de 2,99.

Da mesma maneira, analisam-se as lâminas de irrigação. O menor custo esteve associado a menor lâmina 4-4-4 mm, a qual proporcionou um CT de R\$ 4.338,63, sendo composto por 43% de custos variáveis e 57% de fixos (Quadro 8). Os c_{me} , cf e cv foram,

respectivamente, de R\$ 0,43; R\$ 0,19 e R\$ 0,25, com margem de contribuição de R\$ 1,31. O PE em unidades foi de 1.886, já o PE monetário foi de R\$ 2.829,65, razão B/C de 3,46 e IQD de 0,14.

O maior custo ocorreu na maior lâmina (12-12-12 mm), a qual por utilizar mais recursos implicou em maior CT, sendo atingido o valor de R\$ 4.490,71. Os c_{me} , cf e cv obtidos nessas condições foram, respectivamente, de R\$ 0,45; R\$ 0,19 e R\$ 0,26, com margem de contribuição de R\$ 1,31. Sendo necessária a venda de 1.995 mudas (PE), com B/C foi de 3,34 e IQD de 0,13.

Por sua vez, mudas de qualidade foram produzidas na lâmina de 8-8-8 mm, a qual possibilitou um CT de R\$ 4.396,50, c_{me} de R\$ 0,44, cf de R\$ 0,19, cv de 0,25. A margem de contribuição foi de R\$ 1,31, PE de 1.929 unidades e, B/C de 3,41, nessa lâmina o IQD foi de 0,19, correspondendo a altura de 14,45 cm e diâmetro do coleto de 2,48 mm.

Quadro 7 – Custo variável (CV), custo fixo (CF) e suas respectivas contribuições percentuais sobre o custo total (CT), custo médio unitário (c_{me}), custo variável unitário (cv), custo fixo unitário (cf), preço de venda (p), margem de contribuição (MC), ponto de equilíbrio em unidades produzidas e monetário (PE_q e $PE_{R\$}$), valor de comercialização (VC), razão benefício-custo (B/C) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em função dos volumes de substrato (VS) e adubações (A) aos 180 dias após o semeio em viveiro, Santa Maria, RS

VS (cm ³)	A*	CV	CF	CV	CF	CT	c_{me}	cv	cf	p	MC	PE_q	$PE_{R\$}$	VC	B/C	IQD
		R\$		%		R\$					Un.	R\$				
110	1	1.957,69	2.543,54	43,49	56,51	4.501,24	0,45	0,20	0,25	1,50	1,30	1.950,23	2.925,34	15.000,00	3,33	0,14
110	2	1.600,71	2.543,54	38,62	61,38	4.144,25	0,41	0,16	0,25	1,50	1,34	1.898,27	2.847,40	15.000,00	3,62	0,17
110	3	1.605,19	2.543,54	38,69	61,31	4.148,74	0,41	0,16	0,25	1,50	1,34	1.898,90	2.848,35	15.000,00	3,62	0,16
110	4	1.605,97	2.543,54	38,70	61,30	4.149,51	0,41	0,16	0,25	1,50	1,34	1.899,01	2.848,52	15.000,00	3,61	0,18
110	5	1.610,45	2.543,54	38,77	61,23	4.154,00	0,42	0,16	0,25	1,50	1,34	1.899,65	2.849,47	15.000,00	3,61	0,16
110	6	1.611,23	2.543,54	38,78	61,22	4.154,77	0,42	0,16	0,25	1,50	1,34	1.899,76	2.849,64	15.000,00	3,61	0,20
110	7	1.615,71	2.543,54	38,85	61,15	4.159,25	0,42	0,16	0,25	1,50	1,34	1.900,40	2.850,59	15.000,00	3,61	0,24
180	1	3.265,12	2.543,54	56,21	43,79	5.808,66	0,58	0,33	0,25	1,50	1,17	2.167,51	3.251,26	15.000,00	2,58	0,17
180	2	2.680,97	2.543,54	51,32	48,68	5.224,51	0,52	0,27	0,25	1,50	1,23	2.064,73	3.097,09	15.000,00	2,87	0,20
180	3	2.461,45	2.543,54	49,18	50,82	5.004,99	0,50	0,25	0,25	1,50	1,25	2.028,58	3.042,87	15.000,00	3,00	0,19
180	4	2.465,57	2.543,54	49,22	50,78	5.009,11	0,50	0,25	0,25	1,50	1,25	2.029,25	3.043,87	15.000,00	2,99	0,21
180	5	2.470,05	2.543,54	49,27	50,73	5.013,60	0,50	0,25	0,25	1,50	1,25	2.029,97	3.044,96	15.000,00	2,99	0,19
180	6	2.474,18	2.543,54	49,31	50,69	5.017,72	0,50	0,25	0,25	1,50	1,25	2.030,64	3.045,96	15.000,00	2,99	0,23
180	7	2.478,66	2.543,54	49,35	50,65	5.022,20	0,50	0,25	0,25	1,50	1,25	2.031,37	3.047,05	15.000,00	2,99	0,27

*1 = 8 g L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada 18-05-09; 2 = sulfato de amônio – (NH₄)₂SO₄, superfosfato simples – P₂O₅, cloreto de potássio - KCl e FTE BR12 na proporção de, respectivamente, 600-4000-200-1500 por m³ de substrato; 3 = “2” + adubação de cobertura (AC); 4 = “2” incrementada em 50%; 5 = “2” incrementada em 50% + AC; 6 = “2” incrementada em 100%; 7 = “2” incrementada em 100%+ AC. AC = 200 g de N e 150 g de K₂O 100 L⁻¹ água.

Quadro 8 – Custo variável (CV), custo fixo (CF) e suas respectivas contribuições percentuais sobre o custo total (CT), custo médio unitário (c_{me}), custo variável unitário (cv), custo fixo unitário (cf), preço de venda (p), margem de contribuição (MC), ponto de equilíbrio em unidades produzidas e monetário (PE_q e $PE_{R\$}$), valor de comercialização (VC), razão benefício-custo (B/C) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em distintas lâminas de irrigação aos 150 dias após o semeio em viveiro, Santa Maria, RS

Lâmina (mm)	CV	CF	CV	CF	CT	c_{me}	cv	cf	p	MC	PE_q	$PE_{R\$}$	VC	B/C	IQD
	R\$		%		RS						Un.	R\$			
L1 (4-4-4)	1.859,82	2.478,81	42,87	57,13	4.338,63	0,43	0,19	0,25	1,50	1,31	1.886,43	2.829,65	15.000,00	3,46	0,14
L2 (4-4-8)	1.860,52	2.534,56	42,33	57,67	4.395,08	0,44	0,19	0,25	1,50	1,31	1.928,97	2.893,45	15.000,00	3,41	0,12
L3 (4-4-12)	1.863,46	2.563,59	42,09	57,91	4.427,06	0,44	0,19	0,26	1,50	1,31	1.951,50	2.927,25	15.000,00	3,39	0,15
L4 (4-8-8)	1.861,23	2.534,56	42,34	57,66	4.395,79	0,44	0,19	0,25	1,50	1,31	1.929,07	2.893,60	15.000,00	3,41	0,18
L5 (4-8-12)	1.864,17	2.565,82	42,08	57,92	4.429,99	0,44	0,19	0,26	1,50	1,31	1.953,30	2.929,95	15.000,00	3,39	0,16
L6 (4-12-12)	1.867,11	2.590,92	41,88	58,12	4.458,03	0,45	0,19	0,26	1,50	1,31	1.972,85	2.959,27	15.000,00	3,36	0,16
L7 (8-8-8)	1.861,94	2.534,56	42,35	57,65	4.396,50	0,44	0,19	0,25	1,50	1,31	1.929,17	2.893,76	15.000,00	3,41	0,19
L8 (8-8-12)	1.864,88	2.563,59	42,11	57,89	4.428,47	0,44	0,19	0,26	1,50	1,31	1.951,71	2.927,56	15.000,00	3,39	0,14
L 9(8-12-12)	1.867,82	2.590,92	41,89	58,11	4.458,73	0,45	0,19	0,26	1,50	1,31	1.972,95	2.959,43	15.000,00	3,36	0,14
L10 (12-12-12)	1.870,76	2.619,95	41,66	58,34	4.490,71	0,45	0,19	0,26	1,50	1,31	1.995,51	2.993,26	15.000,00	3,34	0,13

4 DISCUSSÃO

A relação do volume de substrato e da adubação de base com as variáveis financeiras e econômicas possui importância frente aos custos e a rentabilidade do investimento na produção de mudas, bem como as distintas lâminas de irrigação avaliadas. Os custos variáveis podem ser reduzidos frente a novas tecnologias, como nesse estudo, no qual foram analisadas 14 combinações, dentre as quais é possível indicar o mais adequado à produção da espécie. Assim, para produzir mudas de qualidade (altura, diâmetro do coleto e Índice de Qualidade de Dickson – IQD), evitando também desperdícios, recomenda-se o uso de tubete de 180 cm³ e NPK + micronutrientes (600-4000-200-1500 g m³), considerando um IQD igual a 0,27). Da mesma forma, entre 10 combinações, a aplicação da lâmina 8-8-8 mm foi adequada ao crescimento utilizando-se também o atributo IQD (0,19), indicando qualidade, minimizando perdas e agregando inovação ao processo produtivo de plantas dessa espécie nativa, característica essa que também corrobora a necessidade hídrica da espécie.

A composição de custos (fixos e variáveis) incide sobre o custo médio de produção (c_{me}), o qual representa o custo de uma unidade produzida de *A. sellowiana*. Em ambos experimentos (volumes substrato X adubação e, lâminas de irrigação) o c_{me} representou em torno de 33% do preço de venda (R\$ 1,50). Dessa forma, uma alternativa viável seria a negociação com o fornecedor dos preços de compra dos insumos, visando a redução dos custos variáveis (substrato, tubetes, bandeja, adubo, inseticida, fungicida e sementes). Além disso, uma parceria com outros viveiros da região, onde está inserido o empreendimento, possibilitaria o aumento da quantidade a ser adquirida, bem como o poder de barganha⁷ junto ao vendedor. Rezende e Oliveira (2013) afirmam que a análise do menor custo médio de produção estabelece a viabilidade do projeto. Por outro lado, no viveiro deve-se estar atento a qualidade do produto, principalmente, tratando-se de espécies nativas, tendo em vista que o padrão de qualidade ainda não é claro.

A margem de contribuição (MC) representa o saldo (valor que sobra) após as vendas de mudas de *A. sellowiana*, que subsidia o pagamento dos custos fixos. Para que se eleve a MC é necessário reduzir o custo variável unitário, isso pode ser implementado por meio de novas tecnologias no viveiro. Além disso, uma elevação no preço de venda pode aumentar a MC, destacando-se que o viveirista (gestor) deve estar atento ao mercado, conhecendo como está

⁷ Refere-se ao poder de negociação de preços mais baixos junto ao fornecedor.

trabalhando a concorrência, para que o viveiro permaneça competitivo dentro do setor no qual está inserido.

A alteração da margem de contribuição infere no ponto de equilíbrio (PE) do viveiro, uma vez que a redução da MC implica em um maior PE. Um maior PE representa a quantidade de mudas de *A. sellowiana* que devem ser vendidas para que o empreendimento não tenha lucro e nem prejuízo. Assim, será necessária a venda de 2.031 plantas, ou em termos monetários R\$ 3.047,05, as quais foram produzidas com tubete de 180 cm³ e NPK+ micronutrientes (cenário 14). Da mesma forma, terão que ser comercializadas 1.995 mudas de *A. sellowiana* provenientes da lâmina 8-8-8 mm, ou R\$ 2.993,26, sendo que valores acima do PE representam os ganhos financeiros para o viveiro.

O aumento da quantidade de substrato e adubo (Experimento I) e água (Experimento II) fornecidos para as mudas impacta diretamente no c_{me} , implicando no decréscimo dos valores da razão benefício/custo (B/C). Dessa forma, a elevação nos custos médios de produção das mudas incidirá na menor atratividade em relação à determinada composição de insumos.

Os maiores valores de B/C e, os menores de c_{me} foram atingidos pelo volume de 110 cm³ em comparação ao recipiente de 180 cm³. Contudo, como visto no capítulo II, do ponto de vista morfológico, o crescimento adequado foi observado em 180 cm³. Desse modo, apesar de ser menos vantajoso financeiramente, o maior volume de substrato é biologicamente ideal à planta, pois fornece condições apropriadas ao desenvolvimento de mudas de *A. sellowiana*. O que também foi observado na lâmina 4-4-4 mm a qual demonstrou maiores razões B/C em contraponto a de 8-8-8 mm, porém essa última proporcionou plantas com adequada qualidade (morfológica e fisiológica).

A relação B/C superior a 1 implica também em maior retorno (SILVA; JACOVINE; VALVERDE, 2005). Em todas as possibilidades avaliadas nesse estudo a razão benefício-custo foi superior a 2,98, o que significa que para cada um real investido o retorno será de R\$ 2,98. O que representando que algumas opções, mesmo sendo mais onerosas, atendem ao critério de viabilidade. Ou seja, a razão B/C representa a rentabilidade proporcionada pelo investimento, isto é, representa o retorno para cada unidade monetária investida, corrigida pela taxa de juros (VITALE; MIRANDA, 2010).

Percebe-se que os indicadores financeiros e econômicos conduzem à escolha do menor volume de substrato e de adubação (Experimento I) e, da menor lâmina (Experimento II). Contudo, como visto no Capítulo II, o volume de 180 cm³ aliado a maior adubação foi o que proporcionou o melhor crescimento considerando as variáveis morfológicas (altura, massa seca foliar, radicular e do caule), refletindo em um padrão de qualidade adequado das mudas de *A.*

sellowiana. A mesma análise pode ser feita para plantas conduzidas sob distintas irrigações (Capítulo III), que tiveram seu melhor desempenho quando produzidas em 8-8-8 mm.

Logo, percebe-se que as análises financeira e econômica para predizer acerca de insumos devem ser feitas em paralelo com a apreciação dos parâmetros morfológicos e fisiológicos das mudas para que não haja equívoco na recomendação, ao desconsiderar o apropriado crescimento e desenvolvimento de mudas de *A. sellowiana*. Desse modo, reitera-se que uma decisão confiável deve ser tomada com uma análise conjunta de todos os fatores envolvidos no processo produtivo.

A importância de monitorar os custos de produção de mudas de *A. sellowiana* sob distintos manejos em viveiro incide também sobre a recomendação da espécie em plantios, sejam esses de recuperação de áreas degradadas (refúgio e alimentação à fauna), comerciais (flores e frutos *in natura* ou, industrializados), na arborização urbana (devido seu porte e beleza cênica), ou como fonte de renda à agricultura familiar. Visto que, a espécie ainda é cultivada, especialmente, em outros países (especialmente Nova Zelândia e Colômbia) (AMARANTE; SANTOS, 2011). Pode-se ainda efetuar a exploração comercial dos frutos que em 2002 foi vendido ao preço de US\$ 4,00 kg⁻¹ na Nova Zelândia (THORP; BIELESKI, 2002), os quais são pouco conhecidos no Brasil (BARNI et al., 2004), sendo encontrados no comércio especializado de produtos importados da Colômbia (DUCROQUET; HICKEL; NODARI, 2000). O consumo de *A. sellowiana* conforme Santos et al. (2011) poderia se equiparar ao do quivi, ameixa e pêra, o que possibilitaria ao consumidor conhecer a espécie, consistindo em fonte de renda a produtores rurais. Estudos com esse intuito tem sido desenvolvidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/SC) visando a domesticação da planta e o cultivo comercial (DEGENHARDT et al., 2001, DEGENHARDT et al., 2002, DEGENHARDT et al., 2003).

Existe um potencial de negócio em torno da espécie *A. sellowiana*, o qual ainda é incipiente, contudo, promissor, pois por se tratar de uma espécie nativa, essa é melhor adaptada a condições edafoclimáticas locais. Todavia, deve-se observar o adequado manejo (solo e plantas livres de agentes patogênicos), a composição de custos produtivos e, o retorno financeiro, o que pode permitir a inserção da goiabeira-serrana no mercado como um produto diferenciado em função de seus múltiplos usos. Além das pesquisas relacionadas a produção de mudas, acompanhamento a campo e comercialização, necessita-se avaliar no planejamento estratégico as forças, as fraquezas, as oportunidades e as ameaças dos rumos do mercado.

5 CONCLUSÃO

A análise financeira e econômica da produção de mudas de *A. sellowiana* deve estar associada ao padrão de qualidade desejado das mudas, evitando a tomada de decisões inadequadas.

Indica-se a combinação do recipiente tipo tubete de 180 cm³ com NPK + micronutrientes (1200-8000-400-3000 g m⁻³ de substrato, incrementado com adubação de cobertura de 200 g L⁻¹ de N e 150 g L⁻¹ de K₂O de água) e, também a lâmina de 8-8-8 mm. Essas combinações, apesar de um menor retorno financeiro, propiciam um melhor crescimento às mudas de *A. sellowiana*. O mercado pode ser considerado em desenvolvimento, mas existe prospecção ao cultivo e comercialização de produtos oriundos da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Fast Track, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

AMARANTE, C. V. T. do; SANTOS, K. L. dos. Goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, 2011. p1.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: Guia de Identificação e Interesse Ecológico**. Santa Maria, RS: Ed. Pallotti. 2009, 332 p.

BARNI, E. J. et al. **Potencial de mercado para a goiabeira-serrana catarinense**. Florianópolis: EPAGRI, 2004. 48 p. (Doc, 212).

BERGER, R. et al. Rentabilidade econômica da produção de *Pinus* spp. por mesorregião homogênea no estado do Paraná. **Floresta**, v.41, n.1, p. 161-168, 2011.

DEGENHARDT, J. et al. Morfologia floral da goiabeira-serrana (*Feijoa sellowiana*) e suas implicações na polinização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.718-721, 2001.

DEGENHARDT, J. et al. Efeito de anos e determinação do coeficiente de repetibilidade de características de frutos de goiabeira-serrana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.1285-1293, 2002.

DEGENHARDT, J. et al. Avaliação fenotípica de características de frutos em duas famílias de meio-irmãos de goiabeira-serrana (*Feijoa sellowiana*) de um pomar comercial em São Joaquim, SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.475-479, 2003.

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

DUCROQUET, J. P. H. J; HICKEL, E. R.; NODARI, R. O. **Goiabeira-serrana** (*Feijoa sellowiana*). Jaboticabal: Funep, 2000, 66p. (Série frutas nativas).

DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D. **Nursery manual for native plants: volume 1, a guide for tribal nurseries**. Agriculture Handbook 730. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 2009. p. 302.

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

IMET. **Instituto Nacional de Meteorologia** – IMET 2017. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/mesTempo>>. Acesso em: 26 de Janeiro de 2017.

LEITE, H. G. Determinação dos custos de qualidade em produção de mudas de eucalipto. **Revista árvore**, v.29, n.6, p.955-964, 2005.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa, São Paulo: Plantarum, 2002. v. 1. 378 p.

NAVROSKI, M. C. **Hidrogel como condicionador de substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. 2013. 208 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2013.

REZENDE, J. L. P. de; OLIVEIRA, A. D. de. Análise econômica e social de projetos florestais. Viçosa, MG: Editora UFV, 2013. 385p.

SANTOS, K. L. dos et al. *Acca sellowiana* (goiabeira-serrana). In: In: BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região sul**. Orgs: CORADIN, L; SIMINSKI, A.; REIS, A. Brasília: MMA, 2011.p.111-129.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal**. 2ª edição, Viçosa, MG: UFV, 2005, 178p.

TONETTO, T. da S. **Viabilidade econômica de substituição de tecnologia do substrato e regime de rega na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos**. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Bacharel em Ciências Econômicas, RS, 2015, 58f.

THORP, G.; BIELESKI, R. **Feijões: Origins, Cultivation and Uses**. HortResearch. Ed. David Bateman, 2002. 87p.

VITALE, V.; MIRANDA, G. de M. Análise comparativa da viabilidade econômica de plantios de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* na região Centro-Sul do Paraná. Curitiba, PR: **Revista Floresta**, v.40, n.3, p.469-476, 2010.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. (Editores). **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo, PR: Embrapa florestas, 2010. 184p.

CAPÍTULO V – RESPOSTAS DE MUDAS DE *Acca sellowiana* (O. Berg)

Burret NO PLANTIO A CAMPO

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar a sobrevivência e o crescimento das mudas de *Acca sellowiana* no campo. O experimento foi realizado no Distrito de Palma, Santa Maria, RS. O plantio a campo foi conduzido em esquema fatorial (2x2x4), visando testar diferentes volumes de substrato (110 e 180 cm³) – Fator A; tamanhos de plantas (altura (H) ≥ 20 e H < 20 cm) – Fator B; em quatro tempos de avaliação (0, 60, 120 e 180 dias) – Fator C. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, adotando-se cinco blocos. Avaliou-se a taxa de sobrevivência inicial aos 30, 60, 120 e 180 dias após o plantio (d.a.p). Foram mensurados os parâmetros morfológicos altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação H/DC. Além dessas avaliações, foram determinados parâmetros fisiológicos por meio do teor de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *total*, relação clorofila *a*/clorofila *b*, teor de carotenoides, fluorescência inicial (F0) e máxima (Fm), eficiência fotoquímica máxima do fotossistema (Fv/Fm), taxa de transporte de elétrons (ETR) e, rendimento quântico do fotossistema II (YII). A sobrevivência da *A. sellowiana* foi influenciada pelos três fatores isolados: o volume de substrato, o tamanho de planta e o tempo. A incidência de fungos e nematoides corroborou à baixa sobrevivência de plantas. Mudanças podem ser conduzidas a campo com altura superior a 20 cm, como padrão mínimo, principalmente, em maior volume de substrato (180 cm³). Para estudos futuros com a espécie, indica-se que as mudas sejam implantadas em locais de maior altitude, avaliando-se previamente a fitossanidade da área e das mudas. Sugere-se que plantas de *A. sellowiana* possam ser conduzidas a campo com padrão de altura de 28,49 cm, com diâmetro do coleto de 3,64 mm e relação H/DC de 7,89 cm mm⁻¹ produzidas em 180 cm³. Mudanças de *A. sellowiana* podem ser conduzidas a campo com padrão mínimo de altura de 20 cm, principalmente, em maior volume de substrato (180 cm³). Para estudos futuros com a espécie, indica-se que as mudas sejam implantadas em outros locais, avaliando-se previamente a fitossanidade da área e das mudas.

Palavras-chave: Goiabeira-serrana. Espécie arbórea. Estabelecimento no pós-plantio.

CHAPTER V - RESPONSES OF SEEDLINGS OF *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret IN FIELD PLANTING

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the survival and growth of *Acca sellowiana* seedlings in the field. The experiment was carried out in the District of Palma, Santa Maria, RS. The field planting was conducted in a factorial scheme (2x2x4), aiming to test different substrate volumes (110 and 180 cm³) - Factor A; plant sizes (height (H) ≥ 20 and H <20 cm) - Factor B; in four evaluation times (0, 60, 120 and 180 days) - Factor C. The experimental design used was randomized blocks, with five blocks being used. The initial survival rate was evaluated at 30, 60, 120 and 180 days after planting (d.a.p). Morphological parameters height (H), collection diameter (DC) and H/DC ratio were measured. In addition to these evaluations, physiological parameters were determined using chlorophyll a, chlorophyll a, chlorophyll a, chlorophyll a, chlorophyll a, carotenoid content, initial fluorescence (F0) and maximum fluorescence (Fm), photosynthetic maximum photochemical efficiency (Fv/Fm), electron transport rate (ETR) and quantum yield of photosystem II (YII). The survival of *A. sellowiana* was influenced by the three isolated factors: substrate volume, plant size and time. The incidence of fungi and nematodes corroborated the low survival of plants. Seedlings may be conducted in the field with a height greater than 20 cm, as a minimum standard, mainly in a larger volume of substrate (180 cm³). For future studies with the species, it is indicated that the seedlings are implanted in places of higher altitude, being previously evaluated the phytosanity of the area and the seedlings. It is suggested that *A. sellowiana* plants can be conducted in the field with a height standard of 28.49 cm, with a collection diameter of 3.64 mm and H/DC ratio of 7.89 cm mm⁻¹ produced in 180 cm³. Saplings of *A. sellowiana* can be conducted in the field with a minimum height of 20 cm, mainly in a larger volume of substrate (180 cm³). For future studies with the species, it is indicated that the seedlings are implanted in other places, previously evaluating the phytosanity of the area and the seedlings.

Key-words: Goiabeira-serrana. Tree species. Establishment in post-planting.

1 INTRODUÇÃO

A avaliação do crescimento de plantas ao longo do tempo é importante ferramenta para agregar e relacionar informações sobre a silvicultura de espécies florestais em viveiro e, posteriormente no campo. Isso é possível por meio de parâmetros obtidos no decorrer do plantio, os quais podem ajudar a prever possíveis respostas em relação aos insumos utilizados na produção de mudas.

Diante da perspectiva de que o ser humano faz uso da natureza de maneira a suprir suas necessidades, são indispensáveis o emprego racional e o manejo sustentado dos recursos naturais, bem como a adoção de medidas de recuperação de áreas degradadas (GLUFKE, 1999). Para atender as grandes áreas que requerem restauração, tem-se o desafio de satisfazer a demanda de mudas em quantidade e que sejam adequadas ao plantio. Nesse intuito, as tecnologias em reflorestamento estão em constante evolução, conduzidas pela exigência de mudas de qualidade, porte adequado e crescimento rápido (HAASE, 2008).

O plantio a campo de mudas é uma forma de efetivar a restauração, de maneira relativamente rápida, da cobertura florestal e a proteção dos recursos hídricos (MARTINS, 2009). Nesse sentido, a investigação sobre o processo produtivo de espécies arbóreas nativas, que possam se destinar ao reflorestamento ou a recomposição de áreas degradadas, é de grande importância (CARNEIRO; SIQUEIRA; DAVIDE, 2004). No Rio Grande do Sul a *Acca sellowiana* ocorre até a região central. Essa espécie, dentre as diversas espécies florestais brasileiras, é recomendada à recuperação de áreas degradadas (GLUFKE, 1999).

No Brasil são conhecidos alguns pomares comerciais de *A. sellowiana*, com áreas de um a dois hectares, localizados nas regiões mais frias da Região Sul e na Serra da Mantiqueira (MANICA, 2002). Esse autor cita que no Rio Grande do Sul há apenas uma área de cultivo de dois hectares de mudas, advindas do Chile, em Farroupilha, a qual tem produzido frutos de qualidade.

A. sellowiana é conhecida popularmente como goiabeira-do-mato, goiabeira-da-serra, goiabeira-serrana, entre outros, pertencente à família Myrtaceae, sendo nativa do planalto meridional Brasileiro e nordeste do Uruguai (LORENZI, 2002). A espécie tem usos diversificados, desde o consumo de seus frutos e flores até em reflorestamento de áreas degradadas (BACKES; IRGANG, 2009). Na Nova Zelândia a espécie tem reconhecida importância comercial.

A condução de mudas ao plantio pode estabelecer uma relação acerca dos insumos a serem utilizados em viveiro e, que a campo, correspondam a um melhor crescimento morfológico e desempenho fisiológico. Na escolha das plantas destinadas à recomposição florestal, e que estejam aptas ao plantio, tem-se preferência pelas que apresentam as maiores dimensões, o que depende do maior volume de substrato, necessidade de espaço no viveiro, custo de transporte e menor rendimento no plantio (FERRAZ; ENGEL, 2011).

O plantio requer constante monitoramento da sobrevivência e dos parâmetros relacionados a qualidade das mudas. Esse acompanhamento, no primeiro ano avalia a taxa de sobrevivência e o crescimento inicial, que se estende até o quinto ano, podendo ser mensurada a biomassa, obtendo-se um programa de controle de qualidade visando plantas com adequadas características e máximo retorno (BIRCHLER et al., 1998; LANDIS, 2009).

Para mudas de espécies florestais a altura e o diâmetro possuem relação direta com as taxas de sobrevivência iniciais das espécies nos primeiros anos do plantio (GROSSNICKLE, 2012). O desempenho em campo pode ser estimado a partir da análise da qualidade da muda em viveiro, em especial pelo diâmetro do coleto (TSAKALDIMI; GANATSAS; JACOBS, 2013).

Estudos avaliando o crescimento inicial de mudas de *Cordia trichotoma* (louro-pardo) e *Jacaranda micranta* (caroba) demonstraram que as duas espécies foram influenciadas pelos volumes de substrato (55, 120, 180 e, 300 cm³) (MALAVASI; MALAVASI, 2006). Contudo, relatam os mesmos autores, que plantas originárias de 120, 180 e 300 cm³ aos 180 dias após o plantio a campo, apresentaram comportamento similar, em todos os casos sendo favorável para o desenvolvimento das mudas. Devido a verticalização⁸ das empresas que executam projetos de recomposição florestal, essas tendem a produzir suas próprias mudas destinadas aos plantios (ABREU et al., 2015). Portanto, a comparação entre sistemas de produção possibilita conhecer informações que podem auxiliar o processo de tomada de decisões.

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a sobrevivência e o crescimento das mudas de *A. sellowiana* no campo.

⁸ Refere-se a tendência e, intuito de pelo menos tentar produzir dentro da própria empresa tudo que se necessita.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do estudo

O experimento foi conduzido de abril a outubro de 2015, em propriedade particular no Distrito de Palma, Santa Maria, RS (29°46'15,98"S e 53°32'45,63"O), na altitude de 108 m (Apêndice 19). A região de Santa Maria, RS, conforme a classificação de Köppen apresenta clima do tipo "Cfa" (subtropical úmido) (ALVARES et al., 2013), caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais frio entre -3 e 18 °C e mês mais quente superior a 22 °C (IMET, 2017). Conforme o mesmo instituto, a precipitação média anual é de 1.769 mm, apresentando quatro estações distintas, cujos meses mais frios incluem entre junho e agosto, e os mais quentes entre dezembro e março.

A principal classe de solo da região pertence à Unidade de Mapeamento Santa Maria, denominado de Argissolo, que possui variações dependendo da cota do relevo, o qual varia de suavemente ondulado a ondulado (STRECK et al., 2008).

2.2 Etapas pré-plantio

As mudas foram produzidas em casa de vegetação por 90 dias e, após conduzidas em área de crescimento (pleno sol) por mais 90 dias, entre agosto de 2014 e fevereiro de 2015, local onde foram rustificadas, no Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal, Departamento de Ciências Florestais (DCFL), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em dois tipos de recipientes com volumes de substrato de 110 e 180 cm³. Utilizou-se na produção de mudas o substrato comercial a base de turfa de *Sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de fertilizante NPK. Em abril de 2015, efetuou-se a seleção aleatória, para o plantio a campo. A escolha baseou-se em plantas com folhas de coloração uniforme na tonalidade verde escuro (5GY 4/6) (MUNSELL, 1976), saudáveis, livres de doenças, pragas e sintomas de deficiência nutricional.

Para avaliar a necessidade de calcário a ser aplicado na área do experimento foram coletadas amostras de solo na camada de zero a 20 cm de profundidade, as quais foram encaminhadas para análise no Laboratório de Análise de Solos (UFSM), perfazendo duas

amostras compostas por bloco, totalizando 10 amostras. O local de plantio apresentou solo com classe textural 4, pH muito baixo (4,8 a 5,0), teor de matéria orgânica (MO) baixo (1,1 a 1,4%), nível de fósforo muito baixo (3,7 a 6,8 mg dm⁻³), potássio alto (80 a 104 mg dm⁻³), magnésio entre baixo e médio (0,5 a 0,7 cmol_c dm⁻³), cálcio baixo (0,8 a 1,2 cmol_c dm⁻³), índice SMP entre 5,9 e 6,3 e, CTC_{pH7} média (5,1 a 6,0 cmol_c dm⁻³) (SBCS/CQFS, 2004) (Apêndice N). Tendo como referência essa análise, efetuou-se a aplicação e incorporação de 100 kg de calcário ao solo, efetuando-se a correção para o pH 5,5, 30 dias antes do plantio (Apêndice O).

Além disso, fez-se a dessecação da área total, 35 dias antes da implantação do experimento, via aplicação de herbicida (N-fosfometil-glicina), com auxílio de um pulverizador costal, acoplado no bico pulverizador um “chapéu-de-napoleão”, a fim de manter o jato direcionado a uma área restrita, evitando a deriva do produto, visto que, no entorno da área havia cultivo de espécies agrícolas.

2.3 Plantio e condução das mudas a campo

O experimento foi instalado em abril de 2015 (tempo zero), sendo avaliada a sobrevivência aos 30, 60, 120, 180 dias após o plantio (d.a.p). Conduziu-se as mudas a campo em esquema fatorial (2x2x4), visando testar volumes de substrato (110 e 180 cm³) – Fator A; tamanhos de plantas (mudas com altura (H) ≥ 20 e H < 20 cm) – Fator B e; quatro tempos de avaliação (0, 60, 120 e 180 d.a.p) – Fator C. Os fatores A e B no momento do plantio apresentavam as médias de altura, diâmetro do coleto e relação H/DC conforme a Tabela 27.

Tabela 27 – Características médias das mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret conduzidas ao plantio a campo com distintos volumes de substrato (VS) e tamanhos de plantas (TP), Santa Maria, RS

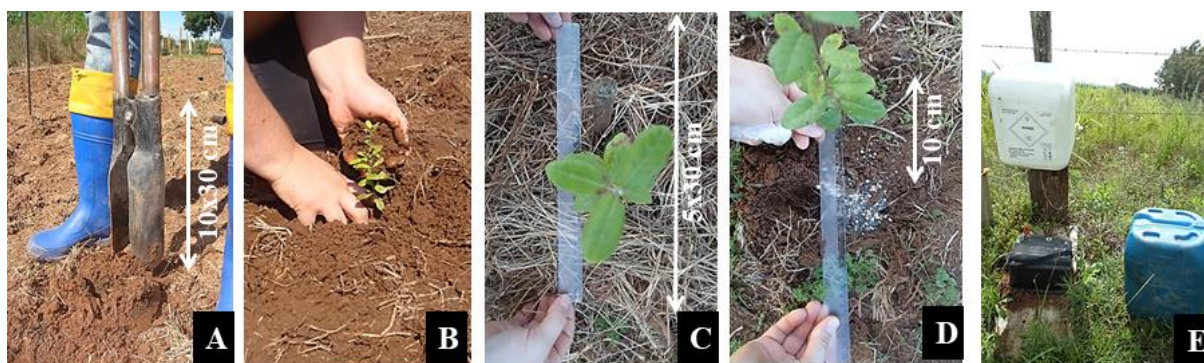
VS (cm ³)	TP (cm)	H (cm)	DC (mm)	H/DC (cm mm ⁻¹)
110	≥ 20	24,33	3,36	7,35
180	≥ 20	28,49	3,64	7,89
110	< 20	11,32	2,46	4,62
180	< 20	11,69	2,53	4,64
Média ± desvio-padrão		18,96	3,00	6,13
CV		46,28	19,75	28,41

H = altura; DC = diâmetro do coleto; H/DC = relação H/DC; CV = coeficiente de variação.

Para o plantio homogêneo (uma espécie) foram abertas covas no sentido leste-oeste, com o auxílio de uma cavadeira manual (Figura 11A), nas dimensões de 10 cm de diâmetro por

30 cm de profundidade (≈ 2 L), distantes 1 m entre mudas (Figura 12). As mudas foram dispostas nas covas e, posteriormente, preenchidas com mesmo solo, sendo esse destorroado (Figura 11B).

Figura 10 – Plantio de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret sob diferentes volumes de substrato e tamanho de plantas, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil



A) Abertura das covas nas dimensões de 10 cm de diâmetro por 30 de profundidade; B) Preenchimento da cova com solo destorroado; C) *Mulching* nas dimensões de 5 cm de altura por 30 cm de largura de cobertura morta; D) Adubação de cobertura realizada em covetas laterais distantes 10 cm das mudas; E) Isolamento da área com choque elétrico e bateria visando contenção de animais de grande porte. Fonte: Tonetto (2015).

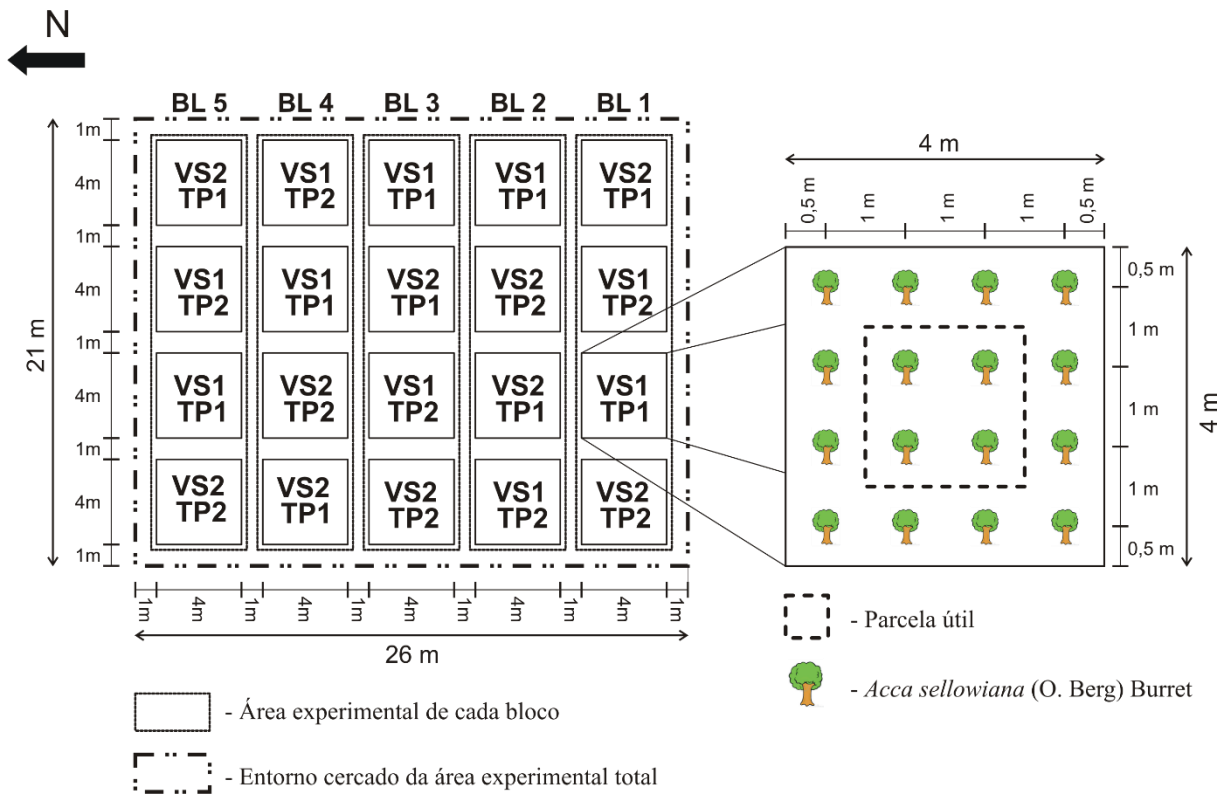
Os tratos culturais foram intensivos no decorrer do experimento, cujas plantas receberam irrigação com 2 L de água muda⁻¹, a cada dois dias no primeiro mês, exceto em dias com ocorrência de precipitação pluviométrica. Além disso, no entorno das mudas foi colocado *mulching* (cobertura vegetal morta e seca), com, aproximadamente, 5 cm de altura e, 30 cm de diâmetro (Figura 11C).

As adubações de cobertura foram realizadas aos 30 após o plantio, utilizando-se ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, na dosagem de 7 g, 67 g e 4 g planta⁻¹, respectivamente, considerando o recomendado pelo Manual de Adubação e Calagem para o gênero *Eucalyptus* (SBCS/CQFS, 2004). Os fertilizantes foram distribuídos em covetas laterais opostas a muda com uma distância de 10 cm, aproximadamente (Figura 11D).

No decorrer do experimento, quando necessário, efetuou-se o controle de formigas cortadeiras (gêneros *Atta* e *Acromyrmex*) por meio da aplicação de formicida granulado, a base de Sulfloramida ou Fipronil. Durante o período de avaliação, manteve-se o coroamento manual das mudas e, o controle da matocompetição da área total foi efetuado com roçada mecanizada.

As áreas dos blocos, individualmente, foram de 76 m² (19 x 4 m), contendo 64 plantas cada, totalizando 320 mudas (Figura 12). Desse valor foram avaliadas 80 mudas, as quais compuseram as unidades experimentais.

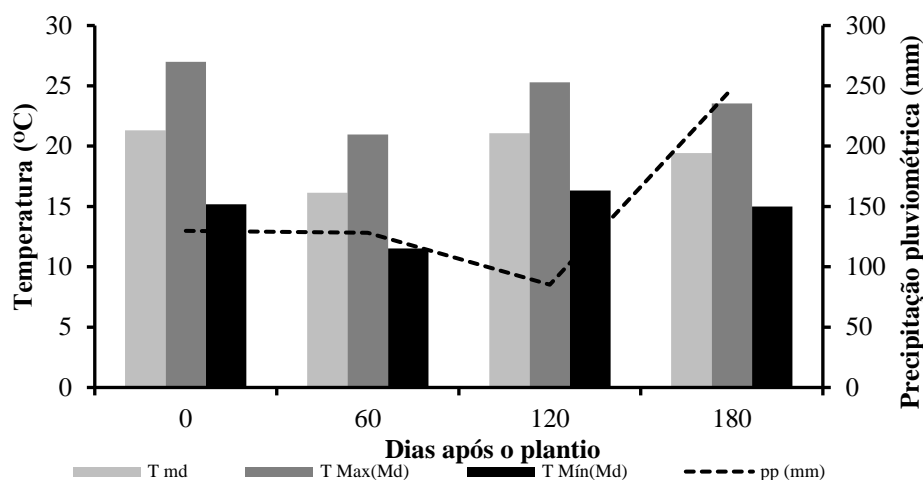
Figura 11 – Croqui do plantio homogêneo a campo de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret sob distintos volumes de substrato e tamanhos de planta, Santa Maria, RS



BL = Bloco. Tratamentos: VS1 = 110 cm³; VS2 = 180 cm³; TP1 = altura (H) ≥ 20; TP2 = H < 20 cm. Desenho: Eng^o Eletricista Renan Piveta

No entorno do experimento foi necessária a instalação de cerca elétrica com bateria e aparelho de choque, para conter a entrada de animais de grande porte na área (Figura 11E). Durante o experimento, obtiveram-se os dados de temperatura e precipitação pluviométrica, pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Figura 13).

Figura 12 – Dados climáticos durante o plantio a campo de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret



T = temperatura (md = média; Max = máxima média; Min = mínima média); pp = precipitação pluviométrica.
 Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia e Universidade Federal de Santa Maria.

Aos 180 dias após o plantio, após a mensuração dos parâmetros morfológicos e fisiológicos, verificou-se frente a mortalidade detectada, a necessidade de avaliar a fitossanidade das mudas. Dessa forma, conduziu-se ao Laboratório de Fitopatologia Elocy Minussi do Departamento de Defesa Fitossanitária, UFSM (29°43'06''S e 53°43'00''O), em torno de cinco plantas que morreram, para identificar a presença de patógenos. Assim, as plantas foram conduzidas à câmara úmida, dispendo-as em caixas *gerbox* forradas com duas folhas de papel-filtro umedecido com água destilada, sendo transferidas à sala de incubação a temperatura de 25 °C, durante três dias. Decorrido esse período, efetuou-se a identificação e quantificação dos fungos com auxílio de microscópio estereoscópico e óptico com o auxílio das descrições e ilustrações dos gêneros fúngicos de Barnett e Hunter (1999). Observando-se, também, a presença de nematoides.

2.4 Parâmetros morfológicos

Aos 60, 120 e 180 dias após o plantio (d.a.p.), foram medidos os parâmetros: altura da parte aérea (H), a qual foi determinada da base da muda até a gema apical, com o auxílio de régua milimetrada, o diâmetro do coleto (DC) obtido na base da muda, com o uso de paquímetro digital e, a relação H/DC.

2.5 Parâmetros fisiológicos

A quantificação dos pigmentos foi realizada no Laboratório de Fisiologia Vegetal, pertencente ao Departamento de Biologia, UFSM. Assim, aos 180 dias após o plantio foi coletada a quarta folha expandida de quatro mudas por tratamento, totalizando 16 plantas. As folhas foram imediatamente congeladas em N₂ líquido e, posteriormente, foram armazenadas em ultra freezer à -80 °C, até o momento da quantificação.

Amostras frescas de folhas (0,1 g) foram incubadas a 65 °C com dimetilsulfóxido (DMSO) por duas horas até a remoção completa dos pigmentos, posteriormente, as absorbâncias do sobrenadante foram determinadas em espectrofotômetro modelo SF325NM (Bel Engineering, Itália) a 663 nm (clorofila *a*), 645 nm (clorofila *b*) e 470 nm (carotenoides). A partir disso, os teores dos pigmentos fotossintéticos foram obtidos das concentrações de clorofila *a* (*Chl a*), clorofila *b* (*Chl b*) e clorofila total (*Chl total*), bem como o teor de carotenoides, seguindo a metodologia descrita por Hiscox e Israelstam (1979), e estimados por meio da fórmula de Lichtenthaler (LICHTENTHALER, 1987).

A avaliação da fluorescência da clorofila *a* foi realizada por meio do fluorômetro de pulso modulado JUNIOR-PAM (Walz, Alemanha). Assim, foram determinados os parâmetros da fluorescência inicial (F₀), fluorescência máxima (F_m), a razão fluorescência variável/fluorescência máxima (eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II representada pela PSII - F_v/F_m), a razão fluorescência variável/fluorescência inicial (F_v/F₀), a taxa de transporte de elétrons (ETR) e o rendimento quântico efetivo do PSII (YII), ambos medidos no período entre 7 h e 10 h 30 minutos.

Para as medições de fluorescência foi utilizada a quarta folha expandida de quatro mudas por tratamento, totalizando 16 plantas. Previamente às avaliações, as folhas foram pré-adaptadas ao escuro com o uso de papel alumínio durante 30 minutos. Dessa forma, determinou-se a fluorescência inicial (F₀) e, posteriormente, as folhas foram submetidas a um pulso de luz saturante (10.000 μmol m⁻² s⁻¹) por 0,6 s, determinando-se assim a fluorescência máxima (F_m). A eficiência fotoquímica máxima do PSII (F_v/F_m) foi calculada através da razão da fluorescência variável (F_m-F₀) e a F_m. Para mensurar a taxa de transporte de elétrons (ETR), submeteu-se cada amostra a nove níveis de radiação (0; 125; 190; 285; 420; 625; 820; 1150; e 1500 μmol elétrons m⁻² s⁻¹), cada uma por 10 segundos.

2.6 Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, adotando-se esquema fatorial (2x2x4), correspondendo a 2 volumes de substrato, 2 tamanhos de planta e 4 tempos de avaliação, em cinco blocos.

Os dados foram submetidos à análise das pressuposições (normalidade e homogeneidade das variâncias). Após, foi realizada a análise de variância (ANOVA) no software SISVAR (FERREIRA, 2014). Quando constatada diferença entre os tratamentos pelo teste F, efetuou-se a comparação de médias pelo teste t de Student (volume de substrato e tamanho de planta) pelo teste Scott-Knott (períodos de avaliação da sobrevivência que não foram equidistantes) e/ou regressão polinomial (tempo) a 5% de probabilidade de erro.

3 RESULTADOS

A sobrevivência de *Acca sellowiana* aos 180 dias após o plantio (d.a.p) indicou diferenças isoladas para o volume de substrato, tamanho de planta e tempo ($p < 0,05$). As mudas produzidas em 180 cm³ e menores que 20 cm expressaram maior sobrevivência (67,50 e 72,50%, respectivamente) (Tabela 28). Contudo, observa-se que aos 30 d.a.p haviam ≈ 73 plantas vivas (91%), porém, aos 180 d.a.p esse número se reduziu a 29 mudas, o que representa uma taxa de sobrevivência de 37,50% (Apêndice P).

Tabela 28 – Sobrevivência (SOB) de mudas a campo de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em função do volume de substrato (VS), do tamanho de planta (TP) e do tempo, Santa Maria, RS

VS (cm ³)	SOB (%)
110	57,50 b*
180	67,50 a
TP (cm)	SOB (%)
> 20	52,50 b*
< 20	72,50 a
Tempo (meses)	SOB (%)
30	91,25 a*
60	65,00 b
120	56,25 b
180	37,50 c

*Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem pelos testes t de Student (VS, TP) e Scott-Knott (tempo) a 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação.

Para a variável altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação H/DC foram observadas interações isoladas dos fatores (volume de substrato) e, dupla (tamanho de planta e tempo). As mudas quando produzidas em 180 cm³ propiciaram médias superiores em H, DC e H/DC, correspondendo a 13,69 cm; 2,30 mm e 3,96 cm mm⁻¹, respectivamente (Tabela 29).

Tabela 29 – Altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação H/DC de mudas a campo de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em função do volume de substrato (VS), Santa Maria, RS

VS (cm ³)	H (cm)	DC (mm)	H/DC (cm mm ⁻¹)
110	10,41 b	1,93 b	3,32 b
180	13,69 a	2,30 a	3,96 a
Média	12,04	2,11	3,64
CV (%)	83,17	77,12	71,54

*Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem pelo teste t de Student a 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação.

A espécie apresentou crescimento quadrático positivo em altura, diâmetro do coleto e

relação H/DC para mudas maiores que 20 cm e, comportamento linear decrescente para as plantas inferiores a 20 cm (Tabela 30). Observa-se que até os 60 dias há superioridade em altura as plantas de maior porte, todavia, no decorrer do tempo as de menor tamanho se tornam estatisticamente iguais. As mudanças observadas na H, DC e relação H/DC ao longo do período, permitem inferir que a redução aparente pode ser explicada, pois plantas maiores morreram e, dessa forma, houve redução na média das mudas.

Tabela 30 – Altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação H/DC de mudas a campo de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em função do tamanho de planta e do tempo, Santa Maria, RS

Tempo	Altura (cm)		Diâmetro do coleto (mm)		Relação H/DC (cm mm ⁻¹)	
	Plantas < 20 cm	Plantas ≥ 20 cm	Plantas < 20 cm	Plantas ≥ 20 cm	Plantas < 20 cm	Plantas ≥ 20 cm
0	26,41	11,50	2,50	2,50	7,62	4,63
60	11,27	9,00	1,72	1,93	3,29	3,82
120	9,33	10,22	1,50	2,23	2,31	3,36
180	8,41	10,24	1,49	2,02	1,78	2,30
Equação	H = 10,62- 0,004x R² = 0,10	H = 25,80- 0,27x+0,001x ² R² = 0,96	DC = 2,34- 0,002x R² = 0,34	DC = 3,43- 0,03x+0,000 1x ² R² = 0,97	H/DC = 4,65- 0,01x R² = 0,98	H/DC = 7,48- 0,08x+0,0003 x ² R² = 0,98

Os parâmetros fisiológicos do teor de clorofila *a* (*Chl a*), clorofila *b* (*Chl b*), clorofila total (*Chl total*), *Chl a/Chl b* e carotenoides (*Car*), fluorescência inicial (F0), fluorescência máxima (Fm) não foram significativos para os fatores avaliados (Apêndice Q). A eficiência fotoquímica do fotossistema II (Fv/Fm) teve significância para o tamanho de planta. Para a taxa de transporte de elétrons (ETR) e para o rendimento quântico do fotossistema II (YII) houve interação entre o tamanho de planta e o volume de substrato ($p < 0,05$).

O volume de substrato e o tamanho de planta, cada um de forma isolada, propiciaram teores médios de *Chl a*, *Chl b*, *Chl total*, carotenoides de 1,08; 0,36; 2,60 e 0,48 mg g MF⁻¹, respectivamente, e razão clorofila *a*/clorofila *b* (*Chl a/Chl b*) de 2,98 (Tabela 31). Enquanto, os teores de pigmentos corresponderam a 1,14; 0,37; 2,70 e 0,49 mg g MF⁻¹, respectivamente, para *Chl a*, *Chl b*, *Chl total* e carotenoides, no menor volume de substrato, sendo que a proporção *Chl a/Chl b* foi de 3,09.

Tabela 31 – Teor de clorofila *a* (*Chl a*), clorofila *b* (*Chl b*), clorofila total (*Chl total*), *Chl a/Chl b* e carotenoides (*Car*), fluorescência inicial (F0), fluorescência máxima (Fm) e, eficiência fotoquímica do fotossistema II (Fv/Fm) de mudas a campo de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em função do volume de substrato (VS), Santa Maria, RS

VS (cm ³)	<i>Chl a</i> ^{ns} (mg g MF ⁻¹)	<i>Chl b</i> ^{ns} (mg g MF ⁻¹)	<i>Chl total</i> ^{ns} (mg g MF ⁻¹)	<i>Chl a/Chl b</i> ^{ns}	<i>Car</i> ^{ns} (mg g MF ⁻¹)	F0 ^{ns}	Fm ^{ns}	Fv/Fm ^{ns}
110	1,14 a*	0,37 a	2,70 a	3,09 a	0,49 a	185 a	332,50 a	0,42 a
180	1,01 a	0,36 a	2,49 a	2,87 a	0,46 a	195 a	351,00 a	0,38 a
Média	1,08	0,36	2,60	2,98	0,48	190	341,75	0,40
CV (%)	14,43	18,98	15,55	8,06	10,82	19,96	41,03	19,70

*Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem pelo teste t de Student a 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação; MF = massa fresca.

As médias da fluorescência inicial e máxima foram de 190 e 341,75, respectivamente. A razão Fv/Fm para mudas produzidas em 110 cm³ foi de 0,42, estatisticamente igual a 180 cm³ (Tabela 31). A Fv/Fm para o fator tamanho de planta demonstrou a diferença entre os portes conduzidos a campo, sendo o valor superior observado nas mudas maiores que 20 cm (0,48) (Tabela 32).

Tabela 32 – Teor de clorofila *a* (*Chl a*), clorofila *b* (*Chl b*), clorofila total (*Chl total*), *Chl a/Chl b* e carotenoides (*Car*), fluorescência inicial (F0), fluorescência máxima (Fm) e, eficiência fotoquímica do fotossistema II (Fv/Fm) de mudas a campo de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em função do tamanho de planta (TP), Santa Maria, RS

TP (cm)	<i>Chl a</i> ^{ns} (mg g MF ⁻¹)	<i>Chl b</i> ^{ns} (mg g MF ⁻¹)	<i>Chl total</i> ^{ns} (mg g MF ⁻¹)	<i>Chl a/Chl b</i> ^{ns}	<i>Car</i> ^{ns} (mg g MF ⁻¹)	F0 ^{ns}	Fm ^{ns}	Fv/Fm
> 20	1,11 a*	0,38 a	2,69 a	2,89 a	0,50 a	200,67 a	414,50 a	0,48 a
< 20	1,04 a	0,34 a	2,50 a	3,08 a	0,46 a	179,33 a	269,00 a	0,32 b
Média	1,08	0,36	2,60	2,98	0,48	190,00	341,75	0,40
CV (%)	14,43	18,98	15,55	8,06	10,82	19,96	41,03	19,70

*Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem pelo teste t de Student a 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação; MF = massa fresca.

A taxa média de transporte de elétrons foi maior em mudas com H > 20 cm e 110 cm³ (38,99 μmol m⁻² s⁻¹), diferenciando-se das demais estatisticamente. A ETR para plantas maiores que 20 cm em 180 cm³ foi de 23,49 μmol m⁻² s⁻¹, o rendimento quântico do fotossistema II (YII) seguiu a mesma tendência evidenciada na ETR (Tabela 33).

Tabela 33 – Taxa de transporte de elétrons (ETR) e rendimento quântico do fotossistema II (YII) de mudas de campo de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em função do volume de substrato (VS) e do tamanho de planta (TP), Santa Maria, RS

TP (cm)	ETR ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)		YII	
	VS (cm^3)		VS (cm^3)	
	110	180	110	180
> 20	38,99 Aa*	23,49 Ba	0,49 Aa*	0,30 Ba
< 20	27,05 Ab	24,13 Aa	0,35 Ab	0,31 Aa
Média	33,02	23,81	0,42	0,30
CV (%)	28,82	21,07	22,83	20,93

*Médias não seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, respectivamente, diferem pelo teste t de Student a 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação.

Após a análise fitopatológica das mudas mortas, verificou-se presença dos fungos *Pestalotiopsis* sp. e *Colletotrichum* sp. nas folhas, *Fusarium* sp. e *Pythium* sp. nas raízes e, nematoides no coleto.

4 DISCUSSÃO

A sobrevivência de mudas de *A. sellowiana* decresceu expressivamente nos seis meses após o plantio, o que não era esperado, tendo em vista que o local foi preparado corretamente, assim como o manejo. No momento do plantio as mudas tinham entre 26,41 e 11,50 cm para plantas conduzidas com porte maior e menor que 20 cm, respectivamente. Aos 60 dias foram novamente mensuradas, quando se observou redução para 11,27 e 9,00 cm, essa tendência se repetiu aos 120 e 180 dias. Ao período de 180 dias as mudas apresentavam alturas de 8,41 e 10,24 cm. Esse declínio no desenvolvimento pode ser atribuído, primeiramente, a duas causas: 1) a circunstância de que muitas mudas secaram a ponteira, desfolharam, perderam a dominância apical e morreram e, em alguns casos, mesmo com a quebra do ápice, ocorreu posterior rebrota; 2) mudas maiores morreram no decorrer do tempo. Essas razões incidiram na redução da média, colaborando para a perda aparente do crescimento em altura. A mortalidade não pode ser atribuída a geadas, pois nesse período as mesmas não ocorreram.

A. sellowiana possui exigências climáticas peculiares que no Brasil coincidem com as áreas preferenciais de cultivo da macieira, o que indica seu cultivo limitado às regiões mais frias (BARNI et al., 2004). Em áreas mais quentes o plantio apresenta entraves pelos prováveis danos causados por *Colletotrichum gloeosporioides* e *Anastrepha fraterculus* (mosca-das-frutas) (ANDRADE; DUCROQUET, 1992), o fungo e a praga encontrando condições propícias para se proliferarem causam prejuízos severos nas mudas.

Além das causas antes mencionadas, verificou-se nas folhas das mudas de *A. sellowiana* manchas foliares, causadas por *Pestalotiopsis* sp. e *Colletotrichum* sp., cuja implicação sobre a morte das plantas poderia ser confirmada por teste de patogenicidade. Nas raízes foram detectados *Fusarium* sp. e *Pythium* sp. e, na região do coleto foram observados nematoides (não classificados em nível de gênero). Inferindo-se ainda que o caule dessas plantas estava praticamente morto, havendo presença de poucas raízes novas.

O *Colletotrichum* sp. é um fungo cosmopolita e se prolifera em condições de alta temperatura e de chuvas frequentes (DUCROQUET; HICKEL; NODARI, 2000). Esse patógeno é o causador da antracnose que se manifesta primeiramente por manchas foliares, que aumentam sob condições ambientais favoráveis, podendo romper o limbo foliar, assumindo a aparência de queimadura, enquanto, nos ramos e brotações há o surgimento de lesões escuras e necróticas que implicam no desfolheamento (MANICA, 2002). Outro fungo que promove os mesmos danos descritos anteriormente, quando associado ao *Colletotrichum* sp., é o

Pestalotiopsis sp.

A antracnose é a principal doença da goiabeira-serrana, provocando o tombamento de plântulas semeadas em vasos e perda de grande número de mudas no viveiro e no campo (DUCROQUET; HICKEL; NODARI, 2000). Os sintomas da doença foram observados nas mudas desse estudo, os quais incluem secamento parcial ou total a partir da extremidade dos ramos, que progride até provocar a morte de mudas jovens ou adultas.

O *Pythium* sp. causa podridão radicular e consequente morte das mudas (MANICA, 2002). O *Fusarium* sp. tem transmissão das sementes para as plântulas causando má formação radicular (FANTINEL, 2014), além disso, observou-se nesse estudo danos ao coleto e morte das raízes.

Assim, acredita-se que a sobrevivência das mudas possa ter sido influenciada pelas condições de temperatura e altitude, visto que, em outros estudos foram relatadas as preferências da espécie por áreas mais frias e mais altas em relação ao nível do mar. Outro fator determinante para a mortalidade de plantas de *A. sellowiana* foi a presença de nematoides, os quais podem ter sido favorecidos pelas características climáticas do local de estudo, alertando também para o fato que a área de plantio antigamente era destinada ao cultivo de *Manihot* sp. (mandioca) e *Saccharum* sp. (cana-de-açúcar).

Conforme Tsakalidimi; Ganatsas; Jacobs (2013), os quais observaram para cinco espécies, a tendência de que plantas maiores obtém melhores índices de sobrevivência; enquanto o desempenho inferior em plântulas menores pode ser atribuído ao seu pequeno sistema radicular, que contribui com a absorção insuficiente de água e nutrientes, além de sofrerem maior impacto devido à competição. Além disso, plantas podem ter baixa taxa de sobrevivência a campo em função das características do solo em que forem plantadas ou pela qualidade da muda (LANDIS; DUMROESE; HAASE, 2010).

Observou-se nesse estudo que 180 cm³ de substrato proporcionou médias maiores para altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação H/DC. O tamanho de planta demonstrou interação com o tempo de avaliação para as variáveis H, DC e H/DC. Vários atributos morfológicos, como altura da parte aérea e diâmetro do coleto, são frequentemente usados como indicadores de qualidade das mudas e preditores da resposta, pois são relativamente fáceis de medir e correlacionam-se bem com o sucesso de crescimento e estabelecimento em campo (JACOBS; SALIFU; SEIFERT, 2005). Nos primeiros meses após o plantio a qualidade das mudas é fator importante, pois é nesse período que elas são submetidas a condições ambientais mais adversas do que aquelas proporcionadas nos viveiros florestais (GROSSNICKLE, 2012).

Os pigmentos *Chl a*, *Chl b*, *Chl total* e carotenoides, relacionados ao processo

fotossintético, mostraram-se indiferentes aos fatores de variação avaliados nesse estudo, embora, mudas produzidas em 110 cm³ e com porte menor (plantadas com H < 20 cm) tenham expressado valores um pouco acima das implantadas sob 180 cm³ de substrato e H > 20 cm. As clorofilas estão relacionadas com seu crescimento e adaptabilidade aos diferentes ambientes e, conseqüentemente, com a eficiência fotossintética das plantas (JESUS; MARENCO, 2008). Contudo, nesse estudo devido a baixa qualidade das mudas ocorreu alta mortalidade, crescimento inexpressivo e, danos fisiológicos que foram detectados pelos parâmetros mensurados, como no caso, os teores de clorofila.

Valores entre 3 e 4 para a relação *Chl a/Chl b* são adequados, sendo que abaixo disso, pode ser indicativo de estresse, correspondendo também a menor adaptação da espécie ao ambiente (MONTEITH, 1978). Para Streit et al. (2005) as clorofilas *a* e *b* encontram-se na natureza numa proporção de 3:1.

A fluorescência inicial e máxima refletiram sobre o fato que as mudas em quaisquer condições avaliadas nesse estudo estão sob estresse. Visto que, o intervalo para plantas serem consideradas livres de estresse é de 0,2 até 0,4 para F0 e, de 1,2 até 1,5 para Fm (RITCHIE et al., 2010). A ETR e o YII foram superiores em mudas produzidas em volume de 110 cm³ de substrato e menor porte. Ambos parâmetros fisiológicos estiveram dentro dos valores apropriados, que para ETR é abaixo de 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e, para YII na faixa de 0,40 até 0,60.

O YII representa a quantidade molar de CO₂ fixado por mol de fóton absorvido, sendo que em diversas espécies na base da luz incidente, YII varia de 0,077 a 0,098, já na luz absorvida o rendimento médio de plantas do tipo C₃ varia entre 0,090 e 0,11, isto ocorre, pois, a absorvância média da folha (α) na maioria das plantas é de 0,84 (BJÖRKMAN; DEMMIG, 1987).

Os valores da fluorescência da clorofila *a* expressados por Fv/Fm, ETR e YII foram baixos em relação ao que se conhece como recomendado, sugerindo que mesmo a espécie sendo heliófita e pioneira, o ambiente de pleno sol pode ter causado danos fotoinibitórios ao aparato fotoquímico do PSII (estresse de luz), sugerindo que a *A. sellowiana* necessite sombreamento no período inicial de crescimento. Os danos fotoinibitórios podem ter ocorrido ainda pelo fato das plantas terem sido acometidas por fungos e nematoides, os quais ocasionaram desordem em toda a estrutura da *A. sellowiana*, desfavorecendo os processos metabólicos.

Sugere-se que plantas de *A. sellowiana* possam ser conduzidas a campo com padrão de altura de 28,49 cm, com diâmetro do coleto de 3,64 mm e relação H/DC de 7,89 cm mm⁻¹ produzidas em 180 cm³. O menor volume de substrato não favoreceu as variáveis fisiológicas. Recomenda-se, ainda, que as mudas sejam implantadas em condições edafoclimáticas

diferentes, bem como em outros locais, aconselhando-se uma prévia análise das condições fitossanitárias das mudas e do local destinado ao plantio, em função que a espécie e/ou área pode já estar infectada.

5 CONCLUSÃO

Mudas de *A. sellowiana* podem ser conduzidas a campo com padrão mínimo de altura de 20 cm, principalmente, em maior volume de substrato (180 cm³).

Para estudos futuros com a espécie, indica-se que as mudas sejam implantadas em outros locais, avaliando-se previamente a fitossanidade da área e das mudas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. H. M. de et al. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Floresta**, v.45, n.1, p.141-150, 2015.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Fast Track, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ANDRADE, E. R. de. DUCROQUET, J. P. Antracnose em goiabeira serrana. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO, 1. CONGRESSO LATINO-AMERICANO, 5. CONGRESSO NACIONAL DE HORTICULTURA, 4. 1992, Montevideú, Uruguai. **Resumos**. Montevideú: Sociedade Uruguaya de Horticultura Confederación LatinoAmericana de Horticultura, 1992. p.31.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: Guia de Identificação e Interesse Ecológico**. Santa Maria, RS: Ed. Pallotti. 2009, 332 p.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustred genera of imperfect fungi**. 3 Ed. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1999. 241 p.

BARNI, E. J. et al. **Potencial de mercado para a goiabeira-serrana catarinense**. Florianópolis: EPAGRI, 2004. 48 p. (Doc, 212).

BIRCHLER, T. et al. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementaction practica. Madrid, **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, v. 7, n. 1/2, p. 109-121, 1998.

BJÖRKMAN, O.; DEMMIG, B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 K among vascular plants of diverse origins. **Planta**, v.170, p.489-504, 1987.

CARNEIRO, M. A. C., J. O. SIQUEIRA, A. C. DAVIDE, L. J. Fósforo e inoculação com fungos micorrizicos arbusculares no estabelecimento de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, n.3, p.119-125, 2004.

DUCROQUET, J. P. H. J; HICKEL, E. R.; NODARI, R. O. **Goiabeira-serrana** (*Feijoa sellowiana*). Jaboticabal: Funep, 2000, 66p. (Série frutas nativas).

FANTINEL, V. S. **Fungos associados às sementes de goiabeira-serrana: detecção, efeitos na qualidade das sementes, transmissão para plântulas e controle.** 2014. Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2014. 116f.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**. Viçosa, v. 35, n. 3, p. 413 - 423, 2011.

GLUFKE, C. **Espécies florestais recomendadas para recuperação de áreas degradadas.** Porto Alegre: FZB, 1999. 48p.

GROSSNICKLE, S. C. Why seedlings survive: influence of plant attributes. **New Forests**, v. 43, n. 5-6, p. 711-738, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s11056-012-9336-6>.

HAASE, D. L. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. **Tree Planters' Notes**, v. 52, n. 2, p. 24-30, 2008.

HISCOX, J. D.; ISRAELSTAM, G. F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Can. J. Bot.** v. 57, p. 1132-1334, 1979.

IMET. **Instituto Nacional de Meteorologia** – IMET 2017. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/mesTempo>>. Acesso em: 26 de Janeiro de 2017.

JACOBS, D. F.; SALIFU, K. F.; SEIFERT, J. R. Relative contribution of initial root and shoot morphology in predicting field performance of hardwood seedlings. **New Forests: Netherlands**, v.30, p.235–251, 2005.

JESUS, S.V.; MARENCO, R.A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, Manaus, v.38, n.4, p.815-818, 2008.

LANDIS, T. D. The Target Plant Concept. In: In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. **Nursery manual for native plants: A guide for tribal nurseries.** Washington: Department of Agriculture, Forest service, 2009, 302p.

LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D.L. **Seedling processing, storage, and outplanting**, vol. 7: The container tree nursery manual. Agriculture Handbook, US Forest Service, Washington, DC. 2010. 200p.

LICHTENTHALER, H.K. **Chlorophylls and carotenoids**: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymol.* 148, 350–82, 1987.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 352p. 2002.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 11-16, 2006.

MANICA, I. Feijoa ou goiabeira-serrana. In: MANICA, I. (Ed.). **Frutas nativas, silvestres e exóticas**: técnicas de produção e mercado feijoa, figo-da-índia, fruta-pão, jaca, lichia, mangaba. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. p.11-140.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. 1. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2009. v. 1. 270p.

MONTEITH, J. L. Reassessment of maximum growth rates for C3 and C4 crops. **Magazine Experimental Agriculture**, v.14, p.1-5. 1978.

MUNSELL, A. H. **Munsell color charts for plants tissues**. Maryland: Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation, 1976. v. 2.

RITCHIE, G. A. et al. Assessing plant quality. In: LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. **Seedling processing, storage, and outplanting**. Washington, US: Department of agriculture forest servisse, 2010. 200p.

SBCS/CQFS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10ª Ed. Porto Alegre, RS: Evangraf LTDA, 2004, 440p.

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

STREIT, M. N. et al. **As clorofilas**. Ciência Rural, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

TONETTO, T. da S. **Levantamento fotográfico instalação e condução experimento a campo de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret sob distintos volumes de substrato e tamanho de planta**. (Dados não apresentados). 2015.

TSAKALDIMI, M.; GANATSAS, P.; JACOBS, D. F. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. **New Forests**: Netherlands, v.44, p.327–339, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação morfométrica de frutos de *Acca sellowiana* permitiu estabelecer o momento exato de coleta e, a mensuração da biometria de sementes, as quais possuem dimensões médias, possibilitou conhecer as estratégias de perpetuação da espécie.

Na germinação das sementes de *A. sellowiana* podem ser utilizados os substratos: sobre e entre vermiculita, sobre e entre papel mata-borrão, sobre e entre e filtro e, sobre areia.

O armazenamento de sementes é viável em câmara seca e fria ou sala seca e fria com umidade relativa entre 49 e 55% e temperatura entre 7,5 e 18 °C, apesar da redução de cerca de 25% do potencial de germinação, após 2 anos de armazenamento. Deve haver maior investimento no armazenamento de sementes de *Acca sellowiana*, visando garantir a oferta de sementes em anos com possível sazonalidade de frutificação.

Quanto à demanda em volume de substrato e de nutrientes, constatou-se a exigência da espécie, com melhor crescimento em recipiente do tipo tubete de 180 cm³ e fertilização de pronta liberação (NPK e micronutrientes) incrementada em 100%, associada a adubação de cobertura. Estudos com esse enfoque devem ser realizados em paralelo com a análise de custos e viabilidade econômica.

A lâmina de irrigação fixa de 8 mm proporcionou adequado crescimento. Estudos envolvendo lâminas de irrigação podem embasar uma maior garantia no sucesso da produção de mudas em viveiro, com posterior acompanhamento a campo, cuja composição de custos deve ser conhecida e analisada financeiramente.

O plantio a campo de mudas indicou que a espécie deve ser conduzida em maior volume de substrato (180 cm³) e ser plantada com altura superior a 20 cm. Em função da baixa taxa de sobrevivência do plantio, a condução deve ser realizada em outro local com condições diferenciadas em relação ao local de estudo, para que se retifique e/ou confirme a sobrevivência de plantas de *Acca sellowiana*.

APÊNDICES

Apêndices Capítulo I

Apêndice A - Análise de variância (Quadrado médio) para germinação no tempo zero de sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

FV	GL	G%	IVG	TMG	AN	M
Tratamento	8	357,11*	0,03*	32,68*	71,11 ^{ns}	349,44*
Resíduo	27	87,55	0,01	9,70	28,88	101,03
Média	-	81,44	0,76	21,48	5,44	13,11
CV (%)	-	11,49	13,74	14,50	98,72	76,67

FV = fatores de variação; GL = graus de liberdade; G% = germinação de plântulas normais; IVG e TMG = índice de velocidade e tempo médio de germinação, respectivamente; AN = plântulas anormais; M = sementes mortas; CV = coeficiente de variação; ns = não signifi.

Apêndice B - Análise de variância (Quadrado médio) para grau de umidade e condutividade elétrica no armazenamento de sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

FV	GL	GU	CE
Tratamento	3	32,22*	10,27*
Tempo	3	887,70*	11,25*
Tratamento x Tempo	9	11,43 ^{ns}	4,48*
Resíduo	48	9,02	1,90
Média	-	16,49	4,38
CV (%)	-	18,21	31,42

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; GU = grau de umidade; CE = condutividade elétrica; CV = coeficiente de variação.

Apêndice C - Análise de variância (Quadrado médio) para germinação no armazenamento de sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

FV	GL	G%	IVG	TMG	AN	M
Tratamento	3	13.553,87*	1,30*	2.212,78*	218,33*	16.548,47*
Tempo	3	5.071,73*	0,89*	28,19*	85,53 ^{ns}	5.139,40*
Tratamento x Tempo	9	917,42*	0,06*	256,70*	136,91*	1.670,95*
Resíduo	64	97,90	0,001	1,39	40,00	113,50
Média	-	48,10	0,47	21,45	7,55	44,35
CV (%)	-	20,57	19,67	5,50	83,77	24,02

FV = fatores de variação; GL = graus de liberdade; G% = germinação de plântulas normais; IVG e TMG = índice de velocidade e tempo médio de germinação, respectivamente; AN = plântulas anormais; M = sementes mortas; CV = coeficiente de variação.

Apêndice D - Análise de variância (Quadrado médio) para sanidade no armazenamento de sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

FV	GL	<i>Cla</i>	<i>Alt</i>	<i>Pen</i>	<i>Fus</i>	<i>Asp</i>	<i>Epi</i>	<i>Bip</i>
Tratamento	3	510,92*	25,58 ^{ns}	246,66 ^{ns}	2.862,25*	1.110,92*	8,91 ^{ns}	0,33 ^{ns}
Tempo	3	1.845,58*	113,58 ^{ns}	9.332,67*	12.414,91*	2.867,58*	394,92*	0,33 ^{ns}
Tratamento x Tempo	9	186,25*	37,80 ^{ns}	70,44 ^{ns}	477,36*	1.020,69*	22,91 ^{ns}	0,55 ^{ns}
Resíduo	48	33,91	16,58	204,67	183,58	30,08	13,58	0,50
Média	-	11,19	3,31	17,25	23,43	11,18	2,81	0,12
CV (%)	-	52,06	122,94	82,93	57,81	49,03	131,04	565,69

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; *Cla* = *Cladosporium* sp.; *Alt* = *Alternaria* sp.; *Pen* = *Penicillium* sp.; *Fus* = *Fusarium* sp.; *Asp* = *Aspergillus* sp.; *Epi* = *Epicocum* sp.; *Bip* = *Bipolaris* sp.

Apêndice E – Continua análise de variância (Quadrado médio) sanidade no armazenamento de sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

FV	GL	<i>Rhi</i>	<i>Cur</i>	<i>Cha</i>	<i>Tri</i>	<i>Col</i>	<i>Pho</i>	<i>Pse</i>
Tratamento	3	0,25 ^{ns}	1,33 ^{ns}	0,25 ^{ns}	4,00*	217,00*	6,33 ^{ns}	81,33*
Tempo	3	0,25 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,25 ^{ns}	4,00*	1.473,67*	11,00*	196,00*
Tratamento x Tempo	9	0,25 ^{ns}	1,56 ^{ns}	0,25 ^{ns}	4,00*	252,33*	20,77*	81,33*
Resíduo	48	0,25	1,50	0,25	0,67	61,83	2,66	22,67
Média	-	0,06	0,25	0,06	0,25	5,37	1,12	1,75
CV (%)	-	800,00	489,80	800,00	326,60	146,30	145,15	272,05

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; *Rhi* = *Rhizopus* sp.; *Cur* = *Curvularia* sp.; *Cha* = *Chaetomium* sp.; *Tri* = *Trichoderma* sp.; *Col* = *Colletotrichum* sp.; *Pho* = *Phomopsis* sp.; *Pse* = *Pseudotorula* sp.

Apêndice F - Precificação da coleta e do manejo do quilo das sementes de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret

Cálculo da relação fruto-semente:

$$\text{Relação fruto-semente} = \frac{\text{peso bruto frutos (g)}}{\text{peso líquido sementes (g)}} = \frac{1.051,73 \text{ g}}{6,1357 \text{ g}} = 171,41$$

Considerando uma diária trabalhada de 8h, verificou-se o valor da hora-homem:

$$\frac{h}{H} = \frac{\text{valor da diária}}{\text{quantidade de horas da diária}} = \frac{R\$ 80,00}{8 \text{ h}} = R\$ 10,00 \text{ h por homem}$$

Conforme o tempo gasto nas atividades, calculou-se o que a pessoa irá receber:

$$\frac{R\$}{\text{Tempo total atividades}} = \frac{\frac{h}{H} \times \text{tempo total das atividades}}{60 \text{ minutos}} = \frac{R\$ 10,00 \text{ h por homem} \times 36 \text{ minutos}}{60 \text{ minutos}} = R\$ 6,00$$

Após, realizou-se o cálculo para verificar quantos frutos são requeridos para que se tenha um quilo dos mesmos:

$$\text{Número frutos/quilo} = \frac{1.000 \text{ g} \times \text{número frutos amostra}}{\text{peso bruto frutos}} = \frac{1.000 \text{ g} \times 100}{1.051,73 \text{ g}} = 95,08$$

Da mesma forma, calculou-se quantas sementes estão contidas em um quilo:

$$\text{Número sementes/quilo} = \frac{1.000 \text{ g} \times \text{número sementes amostra}}{\text{peso líquido sementes}} = \frac{1.000 \text{ g} \times 2.666 \text{ sementes}}{6,1357 \text{ g}} = 434.506,25 \text{ propágulos}$$

Assim, foi estabelecido o tempo empregado para a obtenção de um quilo de sementes:

$$\text{Tempo/quilo} = \frac{1.000 \text{ g} \times \text{tempo total}}{\text{peso líquido sementes}} = \frac{1.000 \text{ g} \times 36 \text{ minutos}}{6,1357 \text{ g}} = 5.867,30 \text{ minutos que se equivale a 97 h, 47 minutos e 18 segundos}$$

Por fim, foi mensurado o custo de um quilo de sementes:

$$\frac{\text{Custo}}{\text{quilo}} = \frac{1.000 \text{ g} \times \frac{h}{H}}{\text{peso líquido sementes}} = \frac{1.000 \text{ g} \times R\$ 6,00}{6,1357 \text{ g}} = R\$ 977,88$$

Apêndices Capítulo II

Apêndice G – Atributos químicos e físicos das distintas adubações de base incorporadas ao substrato à produção de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret, Santa Maria, RS

Adu	CE	pH	DU	DS	UA	EA	AFD	AT	AR	CRA ₁₀	CRA ₅₀	CRA ₁₀₀
1	0,71	5,67	496,13	216,01	46,81	28,11	18,38	2,80	37,02	58,20	38,82	37,02
2	0,83	5,18	413,98	187,58	54,69	30,43	17,13	3,41	35,24	55,78	38,65	35,24
3	1,05	5,23	431,01	201,70	53,20	31,08	17,08	3,54	35,85	56,46	39,38	35,84
4	1,02	5,15	413,20	191,79	53,58	31,32	16,64	3,27	34,26	54,17	37,52	34,26
Média	0,90	5,30	416,08	199,27	52,07	30,26	17,31	3,26	35,59	56,16	34,84	33,59
CV (%)	4,23	1,22	1,27	2,20	1,63	3,41	3,71	3,36	1,19	1,61	1,17	1,19

1 = 8 g L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada 18-05-09; 2 = 600-4000-200-1500 g m⁻³ de substrato de NPK+micronutrientes; 3 = 150% de “2”; 4 = 200% de “2”. CV = coeficiente de variação. CE = condutividade elétrica obtida em solução 1:5 (v/v); pH = determinado em água, diluição 1:5 (v/v); DU = densidade úmida; DS = densidade seca; UA = Umidade Atual; EA = espaço de aeração; AFD = água facilmente disponível; AT = água tamponante; AR = água remanescente; CRA₁₀, 50 e 100 = capacidade de retenção de água sob sucção de 10, 50 e 100 cm de coluna de água determinado em base volumétrica -v/v;

Apêndice H – Análise de variância (Quadrado médio) de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret produzidas em viveiro sob distintos volumes de substrato e adubação

FV	GL	H	DC	MSC	MSF	MSA	MSR	MST	IQD	VR	CR	AF
VS	1	853,33*	0,06 ^{ns}	0,26*	0,51*	1,51*	0,22*	2,90*	0,05 ^{ns}	19,44*	1.478,26*	7.351,59*
ADU	6	660,79*	4,15*	0,09*	0,25*	0,61 ^{ns}	0,19*	1,10*	0,03 ^{ns}	8,94*	552,02*	6.076,36*
VS x ADU	6	119,50*	0,13 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,62 ^{ns}	654,85 ^{ns}	488,39 ^{ns}
Resíduo	434	20,83	0,26	0,03	0,10	0,25	0,03	0,43	0,01	1,94	109,00	1.635,62
Média	-	19,03	2,71	0,41	0,78	1,20	0,54	1,75	0,19	3,56	20,68	101,68
CV (%)	-	23,98	18,97	47,60	41,48	42,05	35,19	37,78	71,08	39,10	50,48	39,77

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; VS = volume de substrato; ADU = adubação; H = altura; DC = diâmetro do coleto; MSC, MSF, MSA, MSR, MST = massa seca caule, folhas, aérea, radicular, total; IQD = índice de qualidade de Dickson; VR e CR = volume e comprimento radicular; AF = área foliar

Apêndice I – Continuação análise de variância (Quadrado médio) de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret produzidas em viveiro sob distintos volumes de substrato e adubação

FV	GL	Chl a	Chl b	Chl total	a/b	Car	Fv/Fm	ETR
VS	1	0,21*	0,15 ^{ns}	2,43*	0,07 ^{ns}	0,07*	0,07*	213,34*
ADU	6	0,15*	0,12*	1,78*	0,08 ^{ns}	0,04*	0,02 ^{ns}	74,31 ^{ns}
VS x ADU	6	0,03 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	58,33 ^{ns}
Resíduo	42	0,04	0,04	0,40	0,08	0,01	0,01	43,07
Média	-	0,97	0,66	2,97	1,52	0,47	0,34	22,20
CV (%)	-	21,97	28,95	21,56	18,87	24,60	32,75	29,56

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; VS = volume de substrato; ADU = adubação; Chl a, Chl b, Chl total = Clorofila a, b, total; a/b = razão clorofila a/b; Car = carotenoides; Fm = fluorescência máxima; Fv/Fm = eficiência fotoquímica do fotossistema II; ETR = taxa de transporte de elétrons

Apêndices Capítulo III

Apêndice J – Análise de variância (Quadrado médio) de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret produzidas em viveiro sob distintas lâminas de irrigação

FV	GL	SOB	H	DC	H/DC	MSC	MSF	MSA	MSR	MSA/MSR	MST	IQD	AF	NF	VR	CR
Tratamento	9	564,81 ^{ns}	75,63*	1,29*	1,63 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,44 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,005 ^{ns}	1.617,41 ^{ns}	268,88 ^{ns}	2,86*	2,75.10 ^{10*}
Resíduo	110	553,03	25,21	0,51	2,23	0,03	0,08	0,17	0,06	1,20	0,41	0,008	1.303,39	426,93	1,30	8,62.10 ⁸
Média	-	94,16	14,65	2,42	6,08	0,27	0,60	0,87	0,35	2,79	1,23	0,14	85,22	42,05	1,55	61.430,04
CV (%)	-	24,97	34,36	29,65	24,57	68,72	47,35	48,22	72,85	39,26	52,25	63,76	42,36	47,35	73,28	47,82

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; SOB = sobrevivência; H = altura; DC = diâmetro do coleto; H/DC = relação H/DC; MSC, MSF, MSA, MSR, MST = massa seca caule, folhas, aérea, radicular, total; MSA/MSR = razão massa seca aérea/radicular; IQD = índice de qualidade de Dickson; AF = área foliar; NF = número de folhas; VR e CR = volume e comprimento radicular

Apêndice K – Continuação análise de variância (Quadrado médio) de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret produzidas em viveiro sob distintas lâminas de irrigação

FV	GL	ICF a	ICF b	F0	Fv/Fm	ETR
Tratamento	9	8,25 ^{ns}	43,42 ^{ns}	677,92*	0,01*	17,42 ^{ns}
Resíduo	110	8,22	39,21	188,93	0,001	20,70
Média	-	38,77	20,05	90,73	0,63	12,28
CV (%)	-	7,40	31,26	15,15	6,89	37,63

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; ICF a, ICF b = índice de clorofila Falker a e b; F0 = fluorescência inicial; Fv/Fm = eficiência fotoquímica do fotossistema II; ETR = taxa de transporte de elétrons

Apêndice L – Sobrevivência (Sob), número de folhas (NF), relação H/DC, massa seca folhas, caule, aérea, radicular e total (MSF, MSC, MSA, MSR e MST, respectivamente), relação MSA/MSR, índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF), Índice de clorofila Falker *a* e *b* (ICF *a* e ICF *b*, respectivamente), eficiência fotoquímica do fotossistema II (Fv/Fm) e taxa de transporte de elétrons (ETR) de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret em viveiro após 90 dias de instalação do teste de irrigação, Santa Maria, RS

Lâmina (mm)	Sob (%) ^{ns}	NF ^{ns}	H/DC (cm mm ⁻¹) ^{ns}	MSF ^{ns}	MSC ^{ns}	MSA ^{ns}	MSR ^{ns}	MST ^{ns}	MSA/MSR ^{ns}	IQD ^{ns}	AF (cm ²) ^{ns}	ICF <i>a</i> ^{ns}	ICF <i>b</i> ^{ns}	ETR (μmol m ⁻² s ⁻¹) ^{ns}
				(g planta ⁻¹)										
L1 (4-4-4)	93,75 a*	45,31 a	5,95 a	0,56 a	0,24 a	0,80 a	0,39 a	1,19 a	2,30 a	0,14 a	83,64 a	38,88 a*	19,75 a	12,42 a
L2 (4-4-8)	93,75 a	46,29 a	6,20 a	0,49 a	0,24 a	0,73 a	0,33 a	1,06 a	2,59 a	0,12 a	79,92 a	38,50 a	18,50 a	14,42 a
L3 (4-4-12)	96,88 a	46,28 a	6,46 a	0,57 a	0,20 a	0,77 a	0,31 a	1,08 a	2,75 a	0,15 a	88,89 a	39,18 a	19,23 a	14,28 a
L4 (4-8-8)	96,88 a	45,69 a	5,61 a	0,67 a	0,35 a	1,02 a	0,39 a	1,41 a	3,07 a	0,18 a	87,30 a	37,43 a	14,73 a	14,68 a
L5 (4-8-12)	100 a	45,28 a	6,25 a	0,72 a	0,29 a	1,01 a	0,36 a	1,37 a	3,01 a	0,16 a	111,50 a	40,60 a	24,55 a	11,04 a
L6 (4-12-12)	100 a	39,66 a	6,19 a	0,68 a	0,31 a	0,99 a	0,39 a	1,38 a	2,87 a	0,16 a	92,69 a	41,10 a	25,40 a	13,09 a
L7 (8-8-8)	100 a	35,97 a	5,82 a	0,68 a	0,27 a	0,95 a	0,50 a	1,45 a	2,35 a	0,19 a	81,12 a	36,50 a	17,03 a	7,95 a
L8 (8-8-12)	100 a	39,91 a	5,62 a	0,54 a	0,34 a	0,88 a	0,32 a	1,20 a	3,04 a	0,14 a	72,03 a	39,73 a	22,35 a	11,86 a
L9 (8-12-12)	93,75 a	39,50 a	5,13 a	0,54 a	0,23 a	0,77 a	0,30 a	1,07 a	2,57 a	0,14 a	70,13 a	38,18 a	20,60 a	10,40 a
L10 (12-12-12)	96,88 a	48,47 a	6,13 a	0,62 a	0,25 a	0,87 a	0,29 a	1,16 a	3,39 a	0,13 a	85,02 a	37,63 a	18,45 a	12,74 a
Média	97,19	43,28	5,93	0,61	0,27	0,88	0,36	1,24	2,79	0,15	82,53 a	38,77	20,86	12,29
CV (%)	17,07	45,74	28,75	47,35	68,72	48,22	72,85	52,25	39,26	63,76	42,36 a	7,40	31,26	37,03

*Médias não seguidas pela mesma letra minúscula diferem pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro; CV = coeficiente de variação.

Apêndice M – Continuação análise de variância (Quadrado médio) de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret produzidas em viveiro sob distintas lâminas de irrigação

FV	GL	ψ _{Hídrico}	Umidade
Tratamento	9	1,64*	0,07*
Tempo	1	85,44*	0,02*
Tratamento x Tempo	9	12,68*	0,001 ^{ns}
Resíduo	60	0,72	0,003
Média	-	5,45	0,30
CV (%)	-	15,56	18,98

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; ψ = potencial hídrico

Apêndices Capítulo V

Apêndice N - Análise de solo

Com base nas propriedades químicas do solo, verificou-se a necessidade de efetuar a aplicação de calcário nesta área a fim de promover a homogeneização do pH do solo para 5,5. Desta forma, procedeu-se a aplicação deste insumo em área total (99 kg, distribuídos conforme a necessidade de cada bloco, sendo que no bloco 1 aplicou-se 12 kg, no 2 – 15kg, no 3 - 24 kg, no 4 - 19 kg e no 5 -29 kg). O mesmo foi incorporado ao solo com o auxílio de um trator e arados, o calcário possuía um PRNT de 75,1%, sendo a aplicação realizada um mês antes do plantio.

Apêndice O - Atributos do solo destinado ao plantio a campo de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret sob diferentes tamanhos de plantas e volumes de substrato, Santa Maria, RS

Bloco	pH água 1:1	MO (%)	Índice SMP	Textura	Ca	Mg	Al	H+Al	CTCpH7	P mehlich	K
					cmolc.dm ⁻³					mg.dm ⁻³	
1	5,0	1,4 B*	6,3	4	1,5 B*	0,6 M*	0,4	3,1	5,5 M *	6,0 MB*	84 A*
2	4,9	1,1 B	6,2	4	0,8 B	0,5 B	0,5	3,5	5,1 M	3,7 MB	104 A
3	5,0	1,1 B	6,0	4	0,8 B	0,5 B	0,5	4,4	5,9 M	5,3 MB	84 A
4	5,0	1,3 B	6,1	4	1,2 B	0,7 M	0,5	3,9	6,0 M	6,8 MB	96 A
5	4,8	1,1 B	5,9	4	0,9 B	0,5 B	0,7	4,9	6,5 M	3,7 MB	80 A

*interpretação de valores conforme SBSC/CQFS (2004); B = baixo; MB = muito baixo; M = médio; A = alto; MO = matéria orgânica; Ca = cálcio; Mg = magnésio; Al = alumínio; H+Al = acidez potencial; CTC = capacidade de troca catiônica; P = fósforo; K = potássio

Apêndice P – Análise de variância (Quadrado médio) de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret conduzidas a campo sob distintos volumes de substrato e tamanho de planta

FV	GL	SOB	H	DC	H/DC
Bloco	4	2.500,00 ^{ns}	127,36 ^{ns}	5,27 ^{ns}	5,78 ^{ns}
VS	1	8.000,00*	862,96*	10,91*	32,08*
TP	1	32.000,00*	1.043,65*	1,06 ^{ns}	4,04 ^{ns}
Tempo	3	39.917,67*	1.706,81*	28,25*	250,00*
VS x TP	1	2.000,00 ^{ns}	9,01 ^{ns}	1,44 ^{ns}	1,07 ^{ns}
VS x Tempo	3	416,67 ^{ns}	18,70 ^{ns}	2,12 ^{ns}	6,57 ^{ns}
TP x Tempo	3	2.750,00 ^{ns}	1.194,38*	12,05*	69,09*
VS x Tp x Tempo	3	583,33*	0,49 ^{ns}	0,68 ^{ns}	2,28 ^{ns}
Resíduo	330	1.890,00	100,41	2,68	6,77
Média	-	62,50	12,04	2,11	3,63
CV (%)	-	69,56	83,17	77,52	71,52

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; VS = volume de substrato; ADU = adubação; SOB = sobrevivência; H = altura; DC = diâmetro do coleto; H/DC = relação H/DC

Apêndice Q – Continuação análise de variância (Quadrado médio) de mudas de *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret conduzidas a campo sob distintos volumes de substrato e tamanho de planta

FV	GL	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	<i>Chl total</i>	<i>a/b</i>	<i>Car</i>	F0	Fm	Fv/Fm	ETR	YII
VS	1	0,06 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,003 ^{ns}	400,00 ^{ns}	1.369,00 ^{ns}	0,007 ^{ns}	127,85*	0,017 ^{ns}
TP	1	0,01 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,006 ^{ns}	1.820,30 ^{ns}	8.468,00 ^{ns}	0,096*	339,94*	0,054*
VS x TP	1	0,02 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,001 ^{ns}	177,82 ^{ns}	3.721,00 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	158,31*	0,020*
Resíduo	12	0,02	0,004	0,16	0,057	0,002	1.438,77	19.662,33	0,006	26,95	0,004
Média	-	1,07	0,36	2,59	2,98	0,47	190,00	341,75	0,398	28,41	0,36
CV (%)	-	14,43	18,98	15,55	8,06	10,82	19,86	41,03	19,70	18,27	18,25

FV = fator de variação; GL = grau de liberdade; VS = volume de substrato; ADU = adubação; *Chl a*, *Chl b*, *Chl total* = Clorofila a, b, total; *a/b* = razão clorofila a/b; *Car* = carotenoides; F0 = fluorescência inicial; Fm = fluorescência máxima; Fv/Fm = eficiência fotoquímica do fotossistema II; ETR = taxa de transporte de elétrons; YII = rendimento quântico do fotossistema II