

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS BOTUCATU**

**VIABILIDADE DO RECIPIENTE BIODEGRADÁVEL NA PRODUÇÃO
DE MUDAS FLORESTAIS NATIVAS**

LUCAS BERTACINI VIÉGAS

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

**BOTUCATU-SP
Setembro – 2015**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS BOTUCATU

**VIABILIDADE DO RECIPIENTE BIODEGRADÁVEL NA PRODUÇÃO
DE MUDAS FLORESTAIS NATIVAS**

LUCAS BERTACINI VIÉGAS

Orientador: Prof^a.Dr^a. Magali Ribeiro da Silva
Co-orientador: Prof.Dr. Danilo Simões

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU - SP
Setembro - 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Viégas, Lucas Bertacini, 1986-
V656v Viabilidade do recipiente biodegradável na produção de mudas florestais nativas / Lucas Bertacini Viégas. - Botucatu : [s.n.], 2015
x, 157 f. : grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2015
Orientador: Magali Ribeiro da Silva
Coorientador: Danilo Simões
Inclui bibliografia

1. Árvores - Mudas - Recipientes. 2. Viveiros florestais. 3. Manejo da irrigação. 4. Análise econômico-financeira. I. Silva, Magali Ribeiro da. II. Simões, Danilo. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

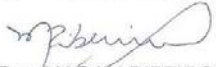
TÍTULO: "VIABILIDADE DO RECIPIENTE BIODEGRADÁVEL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS"

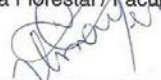
AUTOR: LUCAS BERTACINI VIÉGAS


ORIENTADORA: Profa. Dra. MAGALI RIBEIRO DA SILVA

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Danilo Simoes

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM CIÊNCIA FLORESTAL, pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. MAGALI RIBEIRO DA SILVA
Dep de Ciência Florestal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu


Profa. Dra. JANE LUISA WADAS LOPES
Agudos - SP


Prof. Dr. RICARDO GHANTOUS CERRI
FATEC Botucatu - SP

Data da realização: 30 de julho de 2015.

“ Os olhos são as janelas do corpo. Se vocês abrirem bem os olhos com admiração e fé, seu corpo se encherá de luz”.

Mateus 6-22

O que distingue um homem adulto de um jovem imaturo é o fato de ele poder encontrar seu centro de gravidade em qualquer lugar onde esteja naquele momento.

Dietrich Bonhoeffer

O sucesso acadêmico em qualquer matéria caracteriza-se pela habilidade de decifrar ideias e relações complexas. Experiências com línguas, matemática e ciências mostraram que a melhor maneira de consolidar o aprendizado é observando os padrões.

Silverman (1998)

Dedico

Tudo à minha mãe, uma mulher incrível que sempre lutou pelo melhor de seus filhos, independente das circunstâncias, demonstrando que tudo é possível com muita garra e dedicação

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo discernimento e sabedoria e por me conduzir um caminho que venho pleiteando, me ajudando a concluir todos os desafios que são impostos em minha vida. E nos momentos de maiores dificuldades, muita fé e aprendizagem para ultrapassar as barreiras.

À minha mãe Luzia P.B., meu irmão Bruno B.V., minha irmã Caroline V. e Caroline M.P., que mesmo a distância, me transmitiram muito amor, confiança, força, apoio, e, por me incentivar a lutar sempre pelo meu sonho que é de cumprir meu papel como Engenheiro Florestal. Amo vocês!

Aos meus orientadores, prof.^a Magali Ribeiro da Silva e prof.^o Danilo Simões pela oportunidade de orientação, ensinamentos, troca de informações, amizade e companheirismo. Agradeço muito pela confiança depositada neste e em outros experimentos.

Aos meus amigos Kaio B.L.(sagat), Gabriella F. C. (censura), Gabriel M.L. (japonês), Franciely L.G (fran.), Flávio A.N.(akio) pela amizade, companheirismo e dedicação, muito obrigado pelo esforço e presença nas atividades do experimento, valeu man!

Aos amigos da República Zona Azul (Rep ZA) – Carlos R.G. (baiano), Fernando K.C. (tropeço), Luiz E.P. (meia), Rodolfo G.C. (checha), Ulisses D.G. (bambam), Vinicius B. (miss) pela amizade, convívio e parceria nestes anos.

Aos meus amigos da graduação (Florestal UFSCar) em especial Rafael C.P. (soneca), José C.D.Jr, Raoni X.M. (kabeça), Vítor F.F.D.(vitão) e Victoria C.M. Pires (pirikita) por nossa amizade de anos e ajuda em momentos dentro da academia e fora dela.

A todos os orientados da prof.^a Magali, que juntos, trocamos dicas e ideias, e pela amizade construída.

Aos funcionários do viveiro do Departamento de Ciência Florestal, pela ajuda cedida, força, e amizade. Seu João, Martinelli, Claudinho, Dinho, Dicão.

A todos os funcionários e docentes do Departamento de Ciência Florestal.

A todos que, de alguma forma, auxiliaram na viabilização e realização deste projeto.

A CAPES, pela concessão da bolsa.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	X
RESUMO	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. OBJETIVO	5
2.1. Objetivo geral	5
2.2. Objetivos específicos.....	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3.1. Qualidade da produção de mudas florestais	6
3.2. Recipientes usados em viveiros florestais	9
3.3. Manejo hídrico em viveiros florestais	14
3.4. Custos de produção de mudas florestais.....	16
3.4.1. Análise de viabilidade econômica	17
3.4.2. Indicadores de avaliação econômica de investimentos	18
3.4.2.1. Taxa mínima de atratividade (TMA).....	18
3.4.2.2. Valor presente líquido (VPL)	19
3.4.2.3. Taxa interna de retorno modificada (TIRM)	20
3.4.2.4. Valor anual uniforme equivalente (VAUE)	22
3.4.2.5. Período de recuperação de capital – <i>payback</i> descontado (T).....	22
3.4.2.6. Análise de risco	24
3.4.2.7. Método Monte Carlo	26
3.5. Espécies florestais	28
3.5.1. <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	28
3.5.2. <i>Handroanthus vellosi</i> (Toledo) Mattos.....	29
3.5.3. <i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engler	29
CAPÍTULO I: COMPARAÇÃO ENTRE RECIPIENTES BIODEGRADÁVEL E DE POLIETILENO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS</i> RADDI SOB TRÊS MANEJOS HÍDRICOS E O DESENVOLVIMENTO INICIAL EM VASO	31
1.1 Introdução	32
1.2 Material e métodos	34
1.3 Resultados e discussões.....	37
1.3.1 Primeiro experimento (ciclo de produção menor)	37
1.3.2 Segundo experimento (ciclo de produção maior)	41
1.3.3 Desenvolvimento em vaso das mudas do ciclo de produção menor.....	44
1.3.4 Desenvolvimento em vaso das mudas do ciclo de produção maior	46
1.4 Conclusões	47
1.5 Referências bibliográficas.....	47

CAPÍTULO II: QUALIDADE DE MUDAS DE <i>HANDROANTHUS VELLOSOI</i> (TOLEDO) MATTOS PRODUZIDAS EM RECIPIENTE BIODEGRADÁVEL E DE POLIETILENO SUBMETIDAS A TRÊS MANEJOS HÍDRICOS.....	52
1.6 Introdução	53
1.7 Material e métodos	55
1.8 Resultados e discussões.....	59
1.8.1 Primeiro experimento (ciclo de produção menor)	59
1.8.2 Segundo experimento (ciclo de produção maior)	62
1.8.3 Desenvolvimento em vaso das mudas do ciclo de produção menor.....	65
1.8.4 Desenvolvimento em vaso das mudas de ciclo de produção maior.....	67
1.9 Conclusões	68
1.10 Referências bibliográficas	68
CAPÍTULO III: INFLUÊNCIA DO TIPO DE RECIPIENTE E DO MANEJO HÍDRICO NA QUALIDADE DE MUDAS DE <i>ESENBECKIA LEOCARPA</i> ENGLER E NO DESENVOLVIMENTO INICIAL EM VASO	74
1.11 Introdução.....	75
1.12 Material e métodos	77
1.13 Resultados e discussões.....	80
1.13.1 Primeiro experimento (ciclo de produção menor)	80
1.13.2 Segundo experimento (ciclo de produção maior)	85
1.13.3 Desenvolvimento em vaso das mudas do menor ciclo de produção.....	88
1.13.4 Desenvolvimento em vaso das mudas de maior ciclo de produção.....	90
1.14 Conclusões	91
1.15 Referências bibliográficas	91
CAPÍTULO IV: ANÁLISE DO RISCO DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>HANDROANTHUS VELLOSOI</i>	99
1.16 Introdução.....	100
1.17 Material e métodos	101
1.18 Resultados e discussão	104
1.19 Conclusões	113
1.20 Referências bibliográficas	113
CAPÍTULO V: ANÁLISE DO RISCO DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>ESENBECKIA LEOCARPA</i>	117
1.21 Introdução.....	118
1.22 Material e métodos	119
1.23 Resultados e discussão	122
1.24 Conclusões	130
1.25 Referências bibliográficas	131
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	134
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
6. ANEXOS	151

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Características físicas e químicas do substrato usado.	35
Tabela 2. Análise química do solo utilizado no desenvolvimento das mudas em vaso.	36
Tabela 3. Efeito da interação entre as lâminas brutas diárias e os recipientes nas variáveis morfológicas das mudas de <i>Schinus terebinthifolius</i> aos 64 dias após o transplante.	38
Tabela 4. Condição do sistema radicular de mudas de <i>Schinus terebinthifolius</i> produzidas em recipiente polietileno aos 64 dias após transplante.	40
Tabela 5. Efeito da interação entre as lâminas brutas diárias e os recipientes nas variáveis morfológicas das mudas de <i>Schinus terebinthifolius</i> aos 85 dias após o transplante.	42
Tabela 6. Condição do sistema radicular de mudas de <i>Schinus terebinthifolius</i> produzidas em recipiente polietileno aos 85 dias após o transplante.	44
Tabela 7. Desenvolvimento em vaso de <i>Schinus terebinthifolius</i> , de ciclo de 64 dias.	45
Tabela 8. Desenvolvimento em vaso de <i>Schinus terebinthifolius</i> , de ciclo de 85 dias.	46
Tabela 9. Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento sem a adubação de base.	57
Tabela 10. Análise química do solo utilizado no desenvolvimento das mudas em vaso.	58
Tabela 11. Influência do recipiente e manejo de irrigação na eficiência hídrica (%) das mudas de <i>Handroanthus vellosi</i>	59
Tabela 12. Efeito da interação entre as lâminas brutas diárias e recipientes nas variáveis morfológicas de mudas de <i>H. vellosi</i> aos 84 dias após o transplante.	60
Tabela 13. Condição do sistema radicular de mudas de <i>H. vellosi</i> produzidas em recipiente de polietileno aos 84 dias após o transplante.	62
Tabela 14. Influência do tipo de recipiente e manejo de irrigação na eficiência hídrica (%) das mudas de <i>H. vellosi</i>	62
Tabela 15. Efeito da interação entre as lâminas brutas diárias e recipientes nas variáveis morfológicas de mudas de <i>H. vellosi</i> aos 225 dias após o transplante.	63
Tabela 16. Condição do sistema radicular de mudas de <i>H. vellosi</i> produzidas em recipiente de polietileno aos 225 dias após o transplante.	65
Tabela 17. Desenvolvimento em vaso de <i>H. vellosi</i> , de ciclo de 84 dias.	66
Tabela 18. Desenvolvimento em vaso de <i>H. vellosi</i> , de ciclo de 225 dias.	67
Tabela 19. Características físicas e químicas do substrato a ser usado.	78
Tabela 20. Análise química do solo utilizado no desenvolvimento das mudas em vaso.	79
Tabela 21. Influência do tipo de recipiente e manejo de irrigação na eficiência hídrica (%) das mudas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i>	81
Tabela 22. Efeito da interação entre as lâminas brutas diárias e recipientes nas variáveis morfológicas de mudas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> aos 155 dias após o transplante.	82
Tabela 23. Condição do sistema radicular das mudas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> produzidas em recipiente de polietileno aos 155 dias após o transplante.	84
Tabela 24. Influência do tipo de recipiente e manejo de irrigação na eficiência hídrica (%) das mudas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i>	85
Tabela 25. Efeito da interação entre as lâminas brutas diárias e recipientes nas variáveis morfológicas de mudas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> aos 231 dias após o transplante.	86

Tabela 26. Condição do sistema radicular das mudas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> produzidas em recipiente de polietileno aos 231 dias após o transplante.....	87
Tabela 27. Desenvolvimento em vaso de <i>E. leiocarpa</i> , de ciclo de 115 dias.....	88
Tabela 28. Desenvolvimento em vaso de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> , de ciclo de 231 dias após transplante.....	90
Tabela 29. Estatística descritiva do custo de produção (US\$ mil ⁻¹) para mudas de <i>H. vellosi</i>	105
Tabela 30. Estatística descritiva do Valor Presente Líquido para a produção de <i>H. vellosi</i> em recipientes biodegradáveis.....	109
Tabela 31. Estatística descritiva do Valor Presente Líquido para a produção de <i>H. vellosi</i> em recipientes de polietileno.	111
Tabela 32. Estatística descritiva da Taxa Interna de Retorno Modificada (%) para mudas de <i>H. vellosi</i>	112
Tabela 33. Estatística descritiva do custo de produção (US\$ mil ⁻¹) para mudas de <i>E. leiocarpa</i>	123
Tabela 34. Estatística descritiva do Valor Presente Líquido para a produção <i>E. leiocarpa</i> em recipientes biodegradáveis.....	126
Tabela 35. Estatística descritiva do Valor Presente Líquido para a produção de <i>E. leiocarpa</i> em recipientes de polietileno.	128
Tabela 36. Estatística descritiva da Taxa Interna de Retorno Modificada (%) para mudas de <i>E. leiocarpa</i>	129
Tabela 37. Cálculo para produção de mudas de <i>Handroanthus vellosi</i> em recipiente biodegradável com lâmina bruta diária de 8 mm.	151
Tabela 38. Cálculo para produção de mudas de <i>Handroanthus vellosi</i> em recipiente biodegradável com lâmina bruta diária de 11 mm.	152
Tabela 39. Cálculo para produção de mudas de <i>Handroanthus vellosi</i> em recipiente biodegradável com lâmina bruta diária de 14 mm.	152
Tabela 40. Cálculo para produção de mudas de <i>Handroanthus vellosi</i> em recipiente de polietileno com lâmina bruta diária de 8 mm.	153
Tabela 41. Cálculo para produção de mudas de <i>Handroanthus vellosi</i> em recipiente de polietileno com lâmina bruta diária de 11 mm.	153
Tabela 42. Cálculo para produção de mudas de <i>Handroanthus vellosi</i> em recipiente de polietileno com lâmina bruta diária de 14 mm.	154
Tabela 43. Cálculo para produção de mudas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> em recipiente biodegradável com lâmina bruta diária de 8 mm.	154
Tabela 44. Cálculo para produção de mudas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> em recipiente biodegradável com lâmina bruta diária de 11 mm.	155
Tabela 45. Cálculo para produção de mudas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> em recipiente biodegradável com lâmina bruta diária de 14 mm.	155
Tabela 46. Cálculo para produção de mudas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> em recipiente de polietileno com lâmina bruta diária de 8 mm.	156
Tabela 47. Cálculo para produção de mudas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> em recipiente de polietileno com lâmina bruta diária de 11 mm.	156
Tabela 48. Cálculo para produção de mudas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> em recipiente de polietileno com lâmina bruta diária de 14 mm.	157

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Coeficiente de correlação linear de <i>Spearman</i> das variáveis de entrada do modelo de simulação estocástico em relação ao VPL do projeto de investimento para a produção de mudas em recipientes biodegradáveis.	107
Figura 2. Coeficiente de correlação linear de <i>Spearman</i> das variáveis de entrada do modelo de simulação estocástico em relação ao VPL do projeto de investimento para a produção de mudas em recipientes de polietileno.....	108
Figura 3. Coeficiente de correlação linear de <i>Spearman</i> das variáveis de entrada do modelo de simulação estocástico em relação ao VPL do projeto de investimento para a produção de mudas em recipientes biodegradáveis.	124
Figura 4. Coeficiente de correlação linear de <i>Spearman</i> das variáveis de entrada do modelo de simulação estocástico em relação ao VPL do projeto de investimento para a produção de mudas em recipientes de polietileno.....	125

VIABILIDADE DO RECIPIENTE BIODEGRADÁVEL NA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS NATIVAS. Botucatu, 2015, 157f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: Lucas Bertacini Viégas

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Magali Ribeiro da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Danilo Simões

RESUMO

Os recipientes mais utilizados para produção de mudas florestais são derivados de petróleo, porém, novas alternativas que causam menor impacto ao ambiente vêm ganhando espaço no setor, aliado ao uso racional da água de irrigação. Nesta perspectiva, o objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade técnica e econômica do recipiente biodegradável (*Ellepot*[®]) comparando-o com recipiente de polietileno na produção de mudas das espécies *Schinus terebinthifolius*, *Handroanthus vellosi* e *Esenbeckia leiocarpa* sob três manejos hídricos. O experimento foi conduzido de fevereiro a dezembro de 2013 no viveiro experimental do Departamento de Ciência Florestal em Botucatu-SP. Cada espécie caracterizou-se como uma pesquisa composta por dois experimentos, sendo o primeiro com ciclo menor de dias (indicado para o recipiente biodegradável), e outro com ciclo maior (indicado para o recipiente de polietileno). Os experimentos foram dispostos no esquema fatorial 2x3, correspondendo a dois recipientes: polietileno e biodegradável, e três lâminas brutas diárias de irrigação (8, 11 e 14 mm). A análise técnica foi composta por avaliações morfológicas e desenvolvimento inicial das mudas em vasos. A análise econômica contemplou os custos de produção, ponderando todos os insumos utilizados, custo de capital, depreciação da infraestrutura e dos equipamentos utilizados e o ciclo de produção. Para *Schinus terebinthifolius*, em ambos os ciclos de produção, as variáveis altura da parte aérea, diâmetro do colo, massas secas (aérea, radicular e total), relação altura/diâmetro e Índice de Qualidade de Dickson foram maiores nas mudas com recipiente biodegradável, sendo a lâmina de 14 mm com os melhores resultados. Para *Handroanthus vellosi*, ambos os ciclos, todas as variáveis foram maiores nas mudas com recipiente biodegradável, sendo a lâmina de 11 mm com os melhores resultados do primeiro ciclo, e 14 mm para o segundo ciclo. E para *Esenbeckia leiocarpa* foi a espécie com menor influência do manejo hídrico sendo indicado o uso das lâminas menores. Nesta espécie, o menor ciclo foi a melhor opção para ambos os recipientes. Para as espécies *Handroanthus vellosi* e *Esenbeckia leiocarpa*, a viabilidade econômico-financeira apresentou maior ganho e o menor risco do VPL ser negativo quando produzidas no recipiente biodegradável com a lâmina de 11 mm. Conclui-se que, a utilização do recipiente biodegradável é viável técnica e economicamente e os manejos hídricos variam de acordo com as espécies e tipo de recipientes.

Palavras-chave: Viveiros florestais; manejo hídrico, análise econômica.

BIODEGRADABLE CONTAINER VIABILITY ON THE PRODUCTION OF NATIVE FOREST TREE SEEDLINGS. Botucatu, 2015, 157f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Lucas Bertacini Viégas

Adviser: prof^ª. Dr^ª. Magali Ribeiro da Silva

Co-Adviser: prof. Dr. Danilo Simões

ABSTRACT

The most used containers to forest seedlings production are derivative from petroleum, however, new alternatives that cause less impact on the environment have become accepted in the industry coupled with the rational use of irrigation water. In this perspective, the purpose of this study was to assess the technical and economic viability of the biodegradable container (Ellepot®) comparing it with the polyethylene container in the production of tree seedlings of the species *Schinus terebinthifolius*, *Handroanthus vellosi* and *Esenbeckia leiocarpa* under three water management. The experiment was conducted from February to December 2013 in the experimental nursery of the Department of Forest Science in Botucatu-SP. Each species was characterized as a research composed of two experiments, the first with a shorter cycle of days (indicated for the biodegradable container) and the other with a larger cycle (indicated for the polyethylene container). The experiments were set up in a 2x3 factorial, corresponding to two containers: polyethylene and biodegradable, and three daily gross irrigation blades (8, 11 and 14 mm). Technical analysis consisted of morphological evaluations and initial development of seedlings in pots. The economic analysis included production costs, considering all the inputs used, capital cost, depreciation of the infrastructure and of the equipment used and the production cycle. To *Shinus terebinthifolius* in both production cycles, shoot height variables, stem diameter, dry mass (aerial, root and total), height / diameter relationship and Dickson Quality Index were higher in plants with biodegradable container, where the 14 mm blade had the best results. To *Handroanthus vellosi*, in both cycles, all variables were higher in seedlings with biodegradable container, where the 11 mm blade had the best results of the first cycle, and 14 mm blade to the second cycle. *Esenbeckia leiocarpa* was the species with the lowest influence of water management, and is indicated to the use of smaller blades. In this species, the lowest cycle was the best option for both containers. To *Handroanthus vellosi* and *Esenbeckia leiocarpa*, the economic and financial viability showed higher gain and lower risk of NPV is negative when produced in biodegradable container with a 11 mm blade. In conclusion, the use of biodegradable container is technically and economically practicable and the water management vary according to the species and the type of containers.

Keywords: forest nurseries; water management, economic analysis.

1. INTRODUÇÃO

O sucesso dos projetos de implantação florestal, tanto para proteção como para produção, dependem diretamente da qualidade das mudas utilizadas (DUREYA, 1984; KELLER, 2006), as quais são consequência das características genéticas da espécie propagada e das condições específicas de manejo das mudas no viveiro, que variam conforme a espécie, época do ano e região geográfica (ALFENAS et al., 2004). Dessa forma, uma muda padrão é definida por suas características morfológicas, fisiológicas, genéticas e ambientais (ROSE et al., 1990; WILSON e JACOBS, 2006).

No Brasil, no início dos plantios comerciais de espécies florestais, os recipientes mais utilizados para produção das mudas eram os laminados de madeira e torrões paulistas, que foram substituídos pelos sacos de polietileno (JOSÉ, 2003; KELLER, 2006), os quais são usados na atualidade em pequenos viveiros de espécies nativas, pois possuem baixo custo de aquisição e de investimento em estrutura do viveiro.

A produção de mudas com a utilização de tubetes iniciou-se na década de 70, representando uma evolução nos viveiros do mundo, sendo o uso amplamente difundida no Brasil para mudas de rápido crescimento com fins comerciais, devido às suas vantagens operacionais, econômicas e biológicas (JOSÉ et al., 2005).

Os tubetes têm sido muito utilizados para produção de mudas florestais (WENDLING, 2010), adquirindo grande importância na melhoria da qualidade em razão do melhor controle nutricional, proteção das raízes contra choques mecânicos e desidratação, assim como facilidade do manuseio no viveiro, transporte, distribuição das mudas e plantio (GOMES e PAIVA, 2004). Pode-se citar outras vantagens tais como a maior quantidade de

mudas por área, automatização do sistema de produção e reutilização por um tempo maior que cinco anos (DAVIDE e FARIA, 2008).

Estes tubetes de polietileno são fabricados a partir de derivados de petróleo, e apresentam degradação completa no ambiente em torno de 400 anos (FLORES et al, 2011). Além das questões de poluição ambiental causada pelo resíduo gerado pelo uso dos tubetes, pode ocorrer também danos às raízes durante a retirada das mudas do tubete (DIAS, 2011), e contaminação por patógenos dos tubetes após seu uso em campo, que poderá contribuir para fontes de inóculo para as estacas na fase de viveiro (ALFENAS et al., 1997).

Em virtude dos resíduos gerados por recipientes à base de petróleo, a sociedade, de maneira geral, pressiona cada vez mais para que haja uma solução para os problemas nas questões ambientais (IATAURO, 2004). No setor florestal, há uma tendência pela busca por alternativas que visam à sustentabilidade, como é o caso do uso de materiais degradáveis. Uma solução para a substituição dos tubetes de plástico rígido são os recipientes biodegradáveis, os quais podem ser plantados juntamente com as mudas (DIAS, 2011).

Os tubetes biodegradáveis podem apresentar, em função da sua constituição, diversos pontos favoráveis, tais como diferenciar os recipientes conforme a possibilidade de incorporação de adubos, fitoreguladores na formulação, e introdução de fungicidas e bactericidas para controle de patógenos no viveiro. Uma característica vantajosa deste recipiente é o melhor e mais rápido desenvolvimento das mudas no campo com menor estresse no momento do plantio, devido à integridade das raízes que podem ultrapassar as paredes, pois o material é poroso (IATAURO, 2001). Outra importante vantagem é a redução no tempo de produção das mudas, uma vez que o sistema radicular não necessita estar totalmente estruturado formando um torrão firme, pois a embalagem não é retirada. Esta redução no ciclo pode implicar em ganho econômico no processo produtivo.

Aliado a isso, há a necessidade de se adequar manejos hídricos, pois estudos com irrigação em mudas florestais nativas são escassos (WENDLING e GATTO, 2002; SILVA et al., 2004; DELGADO, 2012) e associando a estes recipientes biodegradáveis, nas condições tropicais, inexistem.

Neste contexto, as hipóteses deste trabalho foram:

1. As mudas florestais produzidas no recipiente biodegradável terão o mesmo desenvolvimento e qualidade daquelas produzidas no recipiente de polietileno.
2. O manejo hídrico mais apropriado para a produção de mudas será diferente para ambos os recipientes e espécies;
3. O desenvolvimento inicial, pós-plantio em vasos, será maior nas mudas produzidas em recipiente biodegradável do que nas mudas produzidas em recipiente de polietileno.
4. A maior economicidade será encontrada no sistema de produção que utiliza o recipiente biodegradável.

Para responder a estas hipóteses, os objetivos deste estudo foram:

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo geral

Avaliar a viabilidade técnica e econômica do uso de recipientes biodegradáveis à base de papel.

2.2. Objetivos específicos

- Comparar os recipientes de polietileno e o biodegradável da marca *Ellepot*® no desenvolvimento e qualidade de mudas de três espécies florestais nativas;
- Identificar o melhor manejo hídrico para o desenvolvimento e a qualidade das mudas;
- Comparar o desenvolvimento inicial, das mudas de três espécies produzidas em recipientes biodegradáveis e de polietileno, após plantio em vasos;
- Analisar a economicidade dos dois recipientes e dos manejos hídricos utilizados para a produção da mudas de ipê e guarantã.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Qualidade da produção de mudas florestais

Uma muda de qualidade pode ser definida como aquela adequada ao propósito ou aplicação a que se destina (MATTSSON, 1996). Outro conceito é citado por José (2003) como “a habilidade à sobrevivência da muda em uma condição de prolongado estresse ambiental, com crescimento vigoroso após plantio”. A formação de mudas de boa qualidade constitui-se por processos de germinação de sementes, iniciação radicular e formação do sistema radicular e parte aérea, os quais estão ligados diretamente pela eficiência dos substratos (GONÇALVES e POGGIANI, 1996), sendo que a qualidade fisiológica também é um fator importante para as mudas de qualidade (MCKAY et al., 1994). Freitas e Klein (1993) argumentam que os problemas relacionados com a produção de mudas, ainda no viveiro, têm sido umas das principais causas da mortalidade no campo nos primeiros anos da implantação, podendo representar 15% nos dois primeiros anos e 20% até os setes anos.

De acordo com Carneiro (1983, 1995) os critérios para a classificação de qualidade de mudas são estabelecidos pelo aumento do porcentual de sobrevivência das mudas em campo (pós-plantio), pela redução da frequência dos tratos culturais. Em relação à morfologia das mudas definida como fator de qualidade são empregadas as seguintes características: altura, diâmetro do colo, maturação da parte aérea e desenvolvimento do sistema radicular (CARNEIRO, 1995). Conforme Fonseca et al. (2002), a averiguação da

qualidade da muda antes do plantio pode ser feita de modo prático, fácil e rápido, observando-se a sua morfologia.

A muda de boa qualidade aparenta vigor e bom estado nutricional, com folhas de tamanho e coloração típicas da espécie. Sua altura ideal varia entre 20 a 35 cm e o diâmetro do colo entre 5 a 10 mm, e a relação altura diâmetro (H/D) entre 2 a 3,5 (plantas mais firmes) e entre 7 e 4 (menor firmeza da haste) (GONÇALVES et al., 2000; GOMES et al., 2003; CALDEIRA et al., 2008; DAVIDE e FARIA, 2008).

A relação altura/diâmetro do colo é um parâmetro que indica a qualidade das mudas a serem levadas a campo, uma vez que é esperado equilíbrio no desenvolvimento, sendo assim, mudas com o menor valor da relação H/D acarretam mudas mais resistentes no campo (CAMPOS e UCHIDA, 2002). Para Carneiro (1995), a relação H/D deve situar-se entre 6 a 10, e Birchler et al. (1998) recomendam que este valor seja inferior a 10 para espécies florestais, de forma a garantir a qualidade das mudas.

Na fase de produção das mudas no viveiro, a principal característica das plantas a se considerar é o desenvolvimento do sistema radicular, sendo uma das características que influencia a capacidade de sobrevivência em campo (TORAL et al., 2000). Contudo, a avaliação do sistema radicular geralmente é destrutivo e demorado (IVETIĆ et al., 2013).

O padrão de qualidade das mudas florestais estão relacionados a vários fatores de produção, dentre eles, os recipientes (CARNEIRO, 1995; BARROSO et al., 2000; KOSTOPOULOU et al., 2011; SILVA et al., 2012). Cabe salientar que nenhum atributo deve ser mensurado de forma isolada para a determinação da qualidade de muda, devido à relação de dependência entre todos os parâmetros, contudo, o diâmetro do colo tem se destacado como um dos melhores parâmetros para a qualidade das mudas (DEY e PARKER 1997; STURION e ANTUNES, 2000).

De acordo com Mattsson (1996) a correlação entre altura inicial e sucesso pós-plantio pode ser contraditória, em contrapartida, o diâmetro é um indicador útil na sobrevivência e desenvolvimento das mudas. Jacobs et al. (2005) observaram que em mudas de carvalho vermelho há correlação positiva entre altura, diâmetro, volume de raízes e massa fresca com a altura e o diâmetro no 1º e 2º ano pós-plantio.

Dey e Parker (1997) relataram que mudas de *Quercus rubra* L. com diâmetro entre 8 a 10 mm, com um ano de idade, apresentaram maior crescimento que mudas com diâmetros menores, influenciando positivamente no plantio. De acordo com Jacobs et al. (2004) as mudas que apresentarem maiores diâmetros são propícias ao sucesso do plantio, e, isto deve-se ao fato que o diâmetro possui o maior armazenamento de carbono e energia para o desenvolvimento da planta, fortalecendo sua sobrevivência (JACOBS, 2003).

Gomes et al. (1991) e Deligöz (2011) relatam que o sucesso da formação florestal de alta produção é consequência, em sua maior parte, da qualidade das mudas plantadas, devendo estas resistir às condições adversas encontradas no local de implantação, que além de sobreviver em campo, deverá apresentar incremento volumétrico economicamente satisfatório. As pesquisas têm buscado a melhoria do padrão de mudas, desde técnicas de propagação e de produção, análise de diferentes tipos de recipientes e substratos, e nutrição (BERNARDINO et al., 2005). A produção de mudas florestais de alto padrão também é de extrema importância para recuperação de solos degradados em terras secas e tropicais (BALLAL, 1996; DEY e PARKER, 1997; MENZIES et al, 2001; MEXAL et al, 2002).

Na área de implantação, as atividades silviculturais inadequadas e as incertezas das condições ambientais influenciam no desempenho das mudas em campo, tanto para sua sobrevivência como em seu desenvolvimento (GROSSNICKLE e FOLK 1993). Dessa forma, a condição de estressante do ambiente pode aumentar o estresse das mudas, interferindo no estabelecimento do povoamento.

Segundo Deligöz (2011) as mudas de má qualidade interferem no sucesso do plantio, e para contornar esse obstáculo, Haase (2007) cita que os parâmetros que asseguram a qualidade das mudas devem ajudar a identificar possíveis problemas das espécies e permitir tomar decisões sobre o processo silvicultural. Por esta razão, os parâmetros morfofisiológicos das mudas devem ser levados em consideração, a ponto, que estas informações devem ser repassadas durante os tratamentos silviculturais (DELIGÖZ, 2011).

Carneiro (1995) explica que o padrão de qualidade de mudas varia entre espécies e, para uma mesma espécie varia entre sítios. O objetivo principal é atingir a qualidade para resistir às condições adversas que poderão ocorrer posteriormente, mesmo que tenham sido plantadas em um período de condição favorável.

Avaliações de qualidade mais completa podem ser feitas aplicando-se o Índice de Qualidade de Mudanças de Dickson (IQD), que leva em consideração as relações entre os parâmetros morfológicos (DICKSON, 1960). O Índice de Qualidade de Dickson considera para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da planta, tanto da parte aérea como da parte radicular. Portanto, é considerado um bom indicador de qualidade das mudas (GOMES e PAIVA, 2004). Os valores considerados ideais para o IQD é superior a 0,2 para espécies de coníferas, e foi aplicada a várias outras espécies. Sendo que quanto maior o IQD melhor a qualidade da mudas, pois demonstram o potencial de sobrevivência e crescimento em campo (MAÑAS et al., 2009). Sáenz et al (2010) sugeriram intervalos de valores tais como: IQD baixo ($< 0,2$), médio ($0,2 - 0,4$) e alto ($> 0,5$).

Para o desenvolvimento de mudas de alto padrão, as características dos recipientes e dos substratos são de extrema importância para que seja atingido o objetivo idealizado. Neste sentido, Barroso et al. (2000) verificaram o comportamento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em tubetes e blocos prensados com diferentes substratos. Foi observado que os blocos prensados tiveram uma superioridade sobre a produção de mudas em relação aos tubetes, refletindo não apenas pela ausência da restrição radicular, assim como o fornecimento de um volume maior de substrato às mudas. Este maior volume dispõe maior disponibilidade de nutrientes e melhor aproveitamento da água de irrigação, que, nos tubetes podem chegar a 78% de perdas. No 10º mês pós-plantio, as mudas das duas espécies demonstraram diferenças quanto à altura e diâmetro no nível do solo, de acordo com o recipiente utilizado, sendo que os maiores valores foram obtidos com os blocos prensados. Estes os autores concluíram que as mudas produzidas em blocos prensados apresentaram resultados melhores em comparação ao tubetes, diante todas as características avaliadas no viveiro e no desempenho após o plantio.

3.2. Recipientes usados em viveiros florestais

Os plásticos são utilizados, praticamente, em todas as atividades humanas, o que tem evidenciado um grande problema ambiental, pois o plástico possui resistência à biodegradação natural (VERT et al., 2002). Os plásticos não renováveis apresentam um período de decomposição total superior a 100 anos, e por possuir alta massa

molar média e hidrofobicidade, estas características são responsáveis por impedir a ação dos microrganismos e suas enzimas na superfície do polímero (CHIELLINI e SOLARO,1998; FABRO et al., 2007). Segundo Oliveira (2012) a maioria dos plásticos são caracterizados por não serem biodegradáveis, por outro lado, são extremamente duráveis e apresentam um longo tempo até serem decompostos totalmente.

Os polímeros têm sido utilizados na agricultura desde meados do século passado. No passado, a plasticultura (uso de plásticos na agricultura) foi introduzida principalmente nos países desenvolvidos, mas foi recentemente estendida para países em desenvolvimento. O crescimento é maior em áreas com menor disponibilidade em território para exploração agrícola, como na Europa, Japão e Coreia (BRIASSOULIS, 2007).

O impacto ambiental causado pelo descarte de recipientes de origem petrolífera é um enorme problema mundial (HENRIQUE et al.,2008). A procura pela mudança dessa problemática tem sido a busca por produtos biodegradáveis (HENRIQUE, 2002), e a sua redução é um caso primordial conforme os distúrbios ecológicos e as questões sociais causadas (COLLA, 2004).

Pesquisas mais recentes têm buscado a utilização de materiais renováveis e biodegradáveis capazes de substituir os polímeros de origem do petróleo (BRIASSOULIS, 2006, 2007; SHEY et al., 2006). Como uma futura alternativa em substituição aos plásticos não degradáveis, os materiais plásticos biodegradáveis logo após a sua vida útil são incorporados ao solo e assimilados por microrganismos. Dessa forma, retornam ao ecossistema natural não causando algum tipo de poluição e danos ao ambiente (NARAYAN, 2001; STEVENS, 2002; DIAS, 2011).

A utilização comercial dos polímeros biodegradáveis está disponível há cerca de 20 anos, mas ainda não são competitivos com os polímeros tradicionais, pois apresentam um elevado custo de produção, embora isso esteja diminuindo ao longo dos anos (FALCONE et al., 2007; VOLOVA et al., 2007).

Estes materiais têm que manter as suas propriedades físicas e mecânicas, enquanto em uso, mas tem que ser compostáveis ou biodegradáveis por se degradarem através de micro-organismos (bactérias, fungos e algas) em dióxido de carbono ou metano, água e biomassa no final da sua vida, e não apresentar toxicidade (FEUILLOLEY et al.,2005; VOX e SCHETTINI, 2007).

Os polímeros biodegradáveis podem ser classificados em: *i*) polímeros naturais de origem agrícola (amido, proteína, etc.), *ii*) polímeros formados a partir de ação de microrganismos (poli(hidroxi)butirato – PHB), *iii*) polímeros produzidos sinteticamente, obtidos da indústria petroquímica (poli(capro)lactona – PCL) e *iv*) polímeros sintéticos de monômeros naturais (poli(acido)lático – PLA) (YU et al., 2006).

Lopes (2010) averiguou em sua pesquisa, a produção de plásticos biodegradáveis utilizando hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana-de-açúcar, o qual apresentou como matéria-prima de grande potencial para produção de P3HB e PHB-co-3HV.

Os estudos com recipientes biodegradáveis na área florestal tem tido um grande enfoque para produção de mudas, onde os tubetes biodegradáveis são caracterizados por serem ricos em matéria orgânica, podendo encontrar seres decompositores (FERRAZ, 2006). Raven et al. (1992) descreve como seres decompositores os fungos, bactérias e outros poucos grupos de organismos heterotróficos. Os fungos são seres responsáveis pela reciclagem de resíduos vegetais que decompõem por ação celulítica e lignolítica (BERGAMIN FILHO et al., 1995).

Problemas de qualidade de mudas, supostamente resultantes da utilização de recipientes de paredes rígidas, têm incentivado estudos com objetivo de desenvolver novas técnicas de produção de mudas florestais que não favoreçam a restrição radicular e que permitam a prática da poda (FREITAS et al., 2009).

De acordo com Gomes et al. (2003) as pesquisas com recipientes para produção de mudas têm sido muito dinâmicas e buscando o princípio de que o sistema radicular é importante, devendo apresentar boa arquitetura, e que, por ocasião do plantio, deverá sofrer o mínimo de distúrbios, permitindo que a muda seja plantada com um torrão sólido e bem agregado a todo sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o desenvolvimento inicial da planta em campo.

Moreira et al. (2011) avaliaram o pegamento e crescimento de mudas de angico vermelho produzidas em tubetes biodegradáveis, e posteriormente introduzidas em campo. Os tubetes utilizados eram da marca *Ellepot*®, feito de papel degradável, certificado pelo FSC (Forest Stewardship Council – Conselho de Manejo Florestal), e no caso, preenchidos com diferentes substratos. Concluíram que os tubetes de polietileno comparados

aos tubetes biodegradáveis são mais indicados para produzir mudas com as características morfológicas desejadas, a fim de garantir um bom desenvolvimento inicial em campo.

Em 1972 pesquisas testavam tubetes degradáveis para a produção de mudas florestais, averiguando o tamanho ideal de tubetes de papelão para melhor desempenho quanto ao desenvolvimento inicial. Brasil et al.(1972) observaram que o diâmetro do tubete tem influência direta no crescimento das mudas de eucalipto, enquanto a altura do tubete não mostrou influência sobre esse fato. Dentre os tratamentos analisados, os recipientes de papelão com 6 cm de diâmetro e 12 cm de altura apresentaram o melhor desempenho para a produção das mudas de eucalipto. Além disso, foi observado que o tubete de papelão demonstrou boa permeabilidade, que permitiu a expansão da raiz, e boa resistência para a atividade de transporte das mudas do viveiro ao campo. Quanto aos recipientes biodegradáveis de fibras (*paper pot*), Bertolani et al. (1975) avaliaram o desenvolvimento deste tipo de tubete comparando com outros três modelos (laminado, tubete de papelão e nebramuda) sobre o desenvolvimento de mudas *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*, assim como o método de semeadura. Os autores coletaram os dados de crescimento 7 meses após a semeadura e observaram que o *paper pot* e o laminado propiciaram o melhor desenvolvimento em altura das mudas.

Conforme Flores et al. (2011) os recipientes a base de fibra de coco mantém sua estrutura física durante a fase no viveiro, característica muito importante para produção de mudas de alta qualidade. Este recipiente propicia que as raízes das mudas ultrapassem a sua parede, promovendo a formação da arquitetura natural, colaborando assim para uma melhor adaptação da planta no campo.

Iatauro (2004), pesquisando a produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* utilizando tubetes biodegradáveis, concluiu que estes foram eficazes e com potencial para substituir os tubetes plásticos, pois apresentaram bom desempenho quando transplantadas para vasos, com relação à sobrevivência e desenvolvimento, e com a vantagem da diminuição do ciclo de produção.

Dias (2011), ao comparar o desenvolvimento de mudas de *Paratecoma peroba* produzidas com tubetes biodegradáveis e de polietileno, evidenciou um bom padrão de qualidade para ambos os casos, mas que se deve observar o volume do tubete a ser utilizado. Quanto ao desenvolvimento no campo, observou que as mudas provenientes de tubetes

maiores, de 90 cm³ de polietileno e 60 cm³ do biodegradável, apresentaram crescimento inicial maior do que as mudas produzidas em tubetes menores. Todos os tratamentos analisados apresentaram 100% de sobrevivência, e ao 10º dia pós-plantio as mudas dos tubetes biodegradáveis demonstraram sintomas de déficit hídrico.

Norashikin e Ibrahim (2009), pesquisando a biodegradação de vasos à base de palha de milho (Biopot), concluíram que o filme de palha de milho se degrada totalmente em 270 dias no solo sob condições controladas. Candido et al. (2011) estudaram o cultivo de uma planta ornamental (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) em diferentes tipos de vasos biodegradáveis, sendo eles de poliéster biodegradável com diferentes percentuais de fibras vegetais ou compostos, e também por vasos de polietileno, com diâmetros superiores de 16 e 20 cm. Os resultados confirmaram que os vasos de poliéster biodegradáveis são adequados para o cultivo de *E. pulcherrima* em ambos tamanhos de vasos. Por outro lado, os vasos com maior percentual de fibras vegetais e com maior diâmetro não apresentaram condições adequadas para o cultivo dessa espécie, pois não teve resistência suficiente para durar todo o ciclo da planta.

Lopez e Camberato (2011) avaliaram o desenvolvimento de *Euphorbia pulcherrima* (bico-de-papagaio, flor-do-natal) em diferentes recipientes biodegradáveis e compostáveis. Observaram que os recipientes alternativos mais promissores para esta espécie foram os moldados com fibra, casca de arroz, bioresina do trigo derivados do amido, sendo que, os recipientes moldados de fibra e de casca de arroz apresentaram padrões superiores de crescimento da planta em relação dos outros recipientes biodegradáveis.

Iatauro (2001) destaca outra vantagem dos tubetes produzidos com materiais biodegradáveis, que é a possibilidade de incorporar adubo ou fitoreguladores na formulação, e de introduzir fungicidas e/ou bactericidas, diminuindo assim os problemas ocorridos no viveiro.

Flores et al. (2011) pesquisaram a produção de mudas de qualidade de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb e *Tabebuia rosea* (Bertol) DC, utilizando recipientes biodegradáveis, constituído por 65% de fibras de coco (*Cocos nucifera* L.) e 35% de látex da seringueira (*Hevea brasiliensis* (Wild. Ex A. Juss.)) com capacidade de 314 cm³ e densidade de 205 plantas m⁻². Este recipiente foi comparado com mudas produzidas em recipientes de poliestireno de 220 cm³ (capacidade de 60 recipientes por bandeja, 284 células

m⁻²) e de 175 cm³ (capacidade de 77 recipientes por bandeja, 364 células m⁻²). Suas conclusões foram que o uso do recipiente a base de fibra de coco proporcionou maiores crescimentos em altura para *E. cyclocarpum*, e em diâmetro do colo para *T. rosea*. Ambas as espécies tiveram melhores resultados nos recipientes biodegradáveis do que em poliestireno.

3.3. Manejo hídrico em viveiros florestais

A água é um fator primordial para o desenvolvimento das plantas. Em condições naturais, é o principal limitante e, por outro lado, um dos promotores mais importantes em cultivos (RUBIRA e BUENO, 2000; TAIZ e ZEIGER, 2013). A disponibilidade de água limita a produtividade de ecossistemas naturais, levando a diferenças marcantes no tipo de vegetação que se desenvolve ao longo de gradientes de precipitação (TAIZ e ZEIGER, 2013). Quase todos os processos fisiológicos de uma planta são afetados pela maior ou menor quantidade de água. Sendo assim, a influência da água nos processos das plantas reflete nos quatro pontos seguintes: *i*) a água é o maior componente das plantas vivas, constituindo entre 80 a 90% de seu peso seco; *ii*) é um solvente universal, sendo um veículo de transporte de nutrientes dentro da planta *iii*) é um reagente bioquímico em muitos processos da atividade vital das plantas, incluindo a fotossíntese; *iv*) é essencial para manter a turgescência das células das plantas (RUBIRA e BUENO, 2000).

A agricultura empresarial caracteriza-se pelo uso de insumos e práticas que visam aumentar a produtividade, assegurar a produção com qualidade, além de conservar o solo e os recursos hídricos. Dessa forma, a irrigação é uma das técnicas mais eficientes em gerar lucro pelo aumento da produção, porém tornou-se uma exigência que tais benefícios sejam alcançados utilizando de forma racional os recursos hídricos (SAAD, 2009).

O aumento da eficiência do uso da água pode ocasionar ganhos significativos para seu uso consciente, ou seja, a economia do uso de água, simplesmente com a adoção de critérios de manejo de irrigação, uma vez que atualmente são raros os produtores que utilizam algum procedimento ou equipamento para controlar a irrigação (SAAD, 2009).

O termo manejo da irrigação é geralmente usado para descrever o procedimento mediante o qual se determina a frequência de irrigação, a lâmina (ou volume) de água a aplicar em cada atividade de irrigação e a intensidade de aplicação e água. O emprego

de técnicas de manejo da irrigação permite inferir em pontos, tais como *i*) definição do intervalo entre irrigações, *ii*) quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação (lâmina ou volume de irrigação) e *iii*) tempo necessário de aplicação de água (intensidade de aplicação de água e tempo de um ciclo de irrigação) (FRIZZONE et al., 2012).

O manejo racional de irrigação pressupõe o uso criterioso do recurso hídrico disponível para otimizar o processo de produção com uso eficiente da água, da energia, dos fertilizantes e de outros insumos empregados na produção, considerando os aspectos econômicos sociais e ecológicos da região. Os objetivos do manejo de irrigação podem ser relacionados ao alcançar a máxima produção por unidade de área, alcançar a máxima produção por unidade de volume de irrigação, alcançar o máximo benefício econômico por unidade de área e para alcançar o máximo benefício econômico por unidade de volume de água (FRIZZONE et al., 2012).

No que tange à área de viveiros, há necessidade de melhorar a qualidade das mudas, e redefinir os procedimentos de manejo do viveiro, principalmente o hídrico, para viabilizar essa qualidade e se adequar às normas de qualidade ambiental (SILVA et al., 2004).

A crescente pressão para a produção de mudas de alta qualidade exige um entendimento melhor da fisiologia do crescimento e das relações hídricas das mudas de espécies florestais. Um aspecto de particular importância, nesse âmbito, diz a respeito ao conhecimento das respostas fisiológicas das mudas à diminuição da água disponível no substrato e ao aumento do déficit de saturação de vapor atmosférico, que tem sido observado em mudas de espécies florestais (FERREIRA et al., 1999).

Segundo Beeson et al. (2004), a disponibilidade de água para uso em viveiro diminuirá nas próximas décadas, e conseqüentemente, elevará o custo da água para irrigação. Diante destas futuras mudanças, o setor produtor de mudas será obrigado a adotar procedimentos e tecnologias que aumentem a eficiência do uso de água para irrigação.

Para que se possa utilizar racionalmente o recurso água, Lea-Cox et al. (2001) afirmaram que a eficiência do manejo hídrico para produzir as mudas depende de fatores como o estágio de desenvolvimento e arquitetura das mudas, a propriedade física do substrato e volume do recipiente. Ferreira et al. (1999) e Mathers et al. (2005) citam também a

importância da duração do tempo de irrigação adequado para a produção de mudas de qualidade.

Para Gruber (2006) o manejo empírico da irrigação pode acarretar prejuízos às empresas florestais, seja por excesso ou falta de água. Ao estudar algumas espécies do gênero *Eucalyptus*, este autor verificou a importância de realizar um manejo da irrigação com intuito de otimizar os recursos disponíveis para a obtenção da máxima produtividade de mudas. Dessa forma, a irrigação é considerada parte de um processo que pode adiantar ou retardar o tempo de permanência das mudas no viveiro. Para ele há sempre uma lâmina total de água ótima que determina a máxima produtividade conforme o genótipo e o ambiente.

3.4. Custos de produção de mudas florestais

O sucesso de qualquer empreendimento depende do controle e da capacidade de redução dos custos de produção, sendo que a definição da metodologia de cálculo influencia na precisão das informações obtidas (CARVALHO et al., 2008).

Pindyck e Rubinfeld (2013) salientam que os custos de produção devem ser analisados a partir da teoria da produção, a qual procura explicar como as empresas ou atividades combinam os fatores ou insumos de produção de forma a obter máximo produto, com os mínimos custos.

De acordo com Turra (1990), a teoria da produção procura tratar as escolhas dentro do processo produtivo de forma a otimizar a seleção de atividades e alocação de recursos escassos. Neste sentido, para fornecer aos mais diversos agentes que necessitam tomar decisões no âmbito da produção, é fundamental estabelecer uma sistemática acerca do custo de produção.

Os custos de produção são classicamente definidos como sendo o somatório dos valores de todos os insumos ou fatores aplicados ou utilizados no processo de produção de um produto (MATSUNAGA et al., 1976).

A avaliação econômica de um projeto florestal deverá incluir a utilização de técnicas e critérios de análise que comparam os custos e as receitas inerentes ao projeto, a fim de decidir se este é viável ou não de ser implementado (MENDES, 2004;

REZENDE e OLIVEIRA, 2008), e, conseqüentemente, proporcionar conhecimento de mercado e processo de comercialização (LEONEL, 2007).

Nos viveiros florestais, o sistema de produção é influenciado pela qualidade das mudas, custos de produção e lucro. De tal forma, é importante realizar, além da análise técnica, a análise econômica dos sistemas de produção das mudas, com a finalidade de produzir mudas de qualidade com o menor custo possível (DIAS et al., 2011).

Os custos da produção das mudas podem variar conforme o nível tecnológico do viveiro florestal. Segundo Hahn et al. (2006), os custos com as despesas com funcionários são de 41,77% do custo total de viveiros com maior nível tecnológico e 66,25% para viveiros com menor nível tecnológico. Já os custos com insumos como sementes, fertilizantes, defensivos e substratos somam 25,8% do custo total para viveiros de maior nível tecnológico e 28,3% para os viveiros de menor, sendo o substrato o principal contribuinte destes custos, representando, respectivamente, 15% e 18% do custo total.

A avaliação econômica é de suma importância para dinamização do processo de produção de mudas florestais, no ponto de vista para os quais objetivam produzir grandes quantidades de mudas no padrão de qualidade exigido em menor tempo e com baixo custo (ATAÍDE et al., 2010).

3.4.1. Análise de viabilidade econômica

Para Sandroni (1996) investimento é a aplicação de recursos monetários em empreendimentos que renderão juros ou lucros, em geral, em longo prazo. Num sentido amplo, o termo aplica-se tanto à compra de equipamentos, máquinas e imóveis para a instalação de unidades produtivas, quanto à compra de títulos financeiros, tais como letras de câmbio, ações, entre outros.

A análise de investimento é definida como qualquer aplicação de recurso de capital com vistas à obtenção de um fluxo de benefícios, ao longo de determinado período futuro. Do ponto de vista financeiro, o investimento corresponde a uma consolidação de recursos no sentido de que estes são aplicados com o objetivo de permanecer investidos na atividade selecionada por um período de tempo relativamente longo (HOLANDA, 1975).

Apresentando grande importância na tomada de decisão sobre um investimento, possibilitando a alocação eficiente de recursos monetários (NEVES, 1996)

Avaliar a viabilidade econômico-financeira de um investimento é reunir argumentos e informações para construir os fluxos de caixa esperados em cada um dos períodos da vida útil desse investimento e aplicar técnicas que permitem evidenciar se as futuras entradas de caixa compensam a realização do investimento (SOUZA, 2007). Segundo Marquezan e Brondani (2006) a análise econômica, rígida e criteriosa, de um projeto de investimento é base para sua realização, prevenindo os empirismos causadores de fracassos imediatos. Detalhes como custo capital, custos operacionais, preços, rentabilidade, margens, oportunidades, volumes esperados, taxas de riscos, taxas de atratividade são alguns itens indispensáveis a uma boa avaliação, que visa diminuir as incertezas e a maximizar a criação do valor para investidores, sociedade e para perpetuação do projeto realizado.

Deve-se ressaltar que durante a análise de investimento é considerado a possível vantagem competitiva que a empresa poderá obter, tempo limite de espera do retorno do investimento, perspectivas da empresa dentro do setor que está inserido e demais fatores que interferem na sua decisão de investir (LIMA, 2007). Os métodos de análise de investimentos são utilizados pelas empresas para a seleção de projetos que visam aumentar a riqueza de seus proprietários e acionistas (REBELATTO, 2004).

3.4.2. Indicadores de avaliação econômica de investimentos

3.4.2.1. Taxa mínima de atratividade (TMA)

A Taxa Mínima Atratividade (TMA) pode ser entendida como a melhor taxa, que conjuga baixo grau de risco e disponibilidade para a aplicação do capital em análise. Na decisão de investir, haverá pelo menos duas alternativas a serem avaliadas: empregar no projeto ou aplicar na TMA. A hipótese básica é de que o capital para o investimento não fica no caixa, mas é remunerado pela TMA. Assim, o conceito de riqueza gerada deve levar em conta somente o excedente sobre aquilo que já se tem, isto é, o que será obtido além da aplicação do capital na TMA (COELHO e COELHO, 2012).

Marquezan e Brondani (2006) definem TMA como o retorno que o investidor espera pelo capital que está empregando em determinado investimento, traduzido a uma taxa percentual sobre o próprio investimento, por determinado período de tempo. Para Correa (2002) quando o recurso é adquirido por terceiros, a TMA do projeto deve compensar a tomada de recursos por empréstimo, para a sua realização, de modo que isto compense os custos do empréstimo realizado, o risco assumido, além de procurar obter alguma lucratividade. Para Kassai (1996) se a TMA não puder ser alcançada em um determinado projeto, caso contrário o mesmo deve ser rejeitado. É o rendimento mínimo de uma alternativa de investimento preterida. O investidor pode optar pelo uso da caderneta de poupança, pelo baixo risco, ou mesmo, utilizar a taxa de remuneração de títulos bancários, ou a taxa média ponderada do custo das contas de capital de giro, ou ainda metas estratégicas.

Em consonância com o objetivo estabelecido para a empresa, a aceitação de uma proposta de investimento deve-se voltar à maximização da riqueza dos proprietários de capital. Nesta posição, para cada investimento deve ser comparado o desempenho econômico esperado da proposta em avaliação com a taxa de retorno exigida pelos proprietários e enunciadas pelo mercado. A atratividade de um investimento é função das características de risco e retorno inerentes ao projeto, e não da empresa como um todo. Em verdade, a rentabilidade requerida altera-se diante das características do projeto, em termos de risco, retorno e estrutura dos fluxos de caixa (ASSAF NETO, 1997).

3.4.2.2. Valor presente líquido (VPL)

O valor presente líquido (VPL) é um indicador financeiro que compara todas as receitas e saídas de capital na data inicial do investimento, descontando todos os valores futuros do fluxo de caixa a determinada TMA preestabelecida, avaliando-se a viabilidade econômica do investimento realizado (PIMENTEL et al., 2009). Representa a diferença entre os fluxos de caixa futuros trazidos a valor presente pela TMA e o investimento inicial (ASSAF NETO, 1992; LAPPONI, 1996; BRUNI et al., 1998; NOGUEIRA, 1999; REZENDE e OLIVEIRA, 2008). Quanto maior o VPL, mais atrativo será o projeto. Quando o VPL for negativo, o projeto será economicamente inviável (REZENDE e OLIVEIRA, 2008).

O VPL apresenta-se como um dos métodos mais utilizados pela engenharia econômica, sendo de grande valia para avaliar investimentos. O seu intuito é fornecer qual seria o ganho monetário que se teria na realização de um investimento a uma determinada TMA (OLIVEIRA, 2008).

Segundo Oliveira (2008), quando se há duas ou mais alternativas de investimento, utiliza-se a de maior VPL positivo. A grande vantagem para o uso VPL de como indicador para avaliação de investimentos sustenta-se na revelação do quanto o projeto enriquecerá a empresa, representado pelo próprio valor do VPL. Ao analisar os investimentos através do VPL, os administradores e proprietários de empresas conseguem identificar os custos e benéficos decorrentes da decisão de investimento ou financiamento, porém destaca-se que a principal dificuldade para a utilização deste capital consiste na definição da TMA, uma vez que o fluxo pode ser em longo prazo (CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE, 2000).

O VPL ou fluxo de caixa descontado estima os fluxos de caixas futuros com base nas premissas de início de vida útil do projeto e os desconta para uma taxa de desconto apropriada ao risco, que considera o fato de o fluxo de caixa divergir do esperado (MINARDI, 2000). Para Coelho e Coelho (2012) o critério VPL consiste em trazer todos os fluxos financeiros do projeto, expressos no fluxo de caixa ou fluxos de benefícios esperados, tanto positivos como negativos, para um único período, em que a concentração de todos os valores deve proporcionar a obtenção de um valor líquido que irá representar o resultado financeiro do projeto. O principal problema associado ao seu uso é a determinação da taxa de juro apropriada para descontar os fluxos de caixa. Evidentemente, taxas elevadas de juro tendem a reduzir o VPL, enquanto taxas menores aumentam o VPL, favorecendo a aceitação do projeto (BERGER, 1980).

3.4.2.3. Taxa interna de retorno modificada (TIRM)

Segundo Ross et al. (1995) a taxa interna de retorno modificada (TIRM) é o cálculo da taxa interna de retorno (TIR) a partir do valor do futuro do fluxo de caixa, que é atualizado pela taxa de desconto usada pela empresa, a qual é o custo do próprio capital. O critério TIRM propicia resgatar a vantagem da facilidade de interpretação dos resultados na forma de taxa. Sendo possível a comparação entre as diversas taxas do mercado,

acarretando em uma taxa de retorno do investimento mais realista (KASSAI et al., 2000). Para Barbieri et al. (2007) a TIRM é um indicador melhor da taxa de retorno de longo prazo, de um projeto de investimento, desde que convencional, por levar em conta a realidade do mercado. Volkman (1999) demonstra que a taxa corrige a deficiência nos casos aonde há multiplicidade da TIR, uma vez que o problema de ambos os critérios estaria em não diferenciar os fluxos de investimento dos fluxos de empréstimo. Por outro lado, nos casos em que há unicidade da TIR, a TIRM será uma aproximação muito mais adequada do retorno do projeto.

A determinação da TIR única só é possível quando há equilíbrio, ou seja, quando a somatória dos fluxos de caixa descontados para o início do período for igual à zero. Quando os fluxos financeiros avaliados são heterogêneos, como é o caso dos projetos florestais, este indicador gera múltiplas soluções, que limita a sua utilização na tomada de decisões (CÁRCAMO et al., 2010). No entendimento de Sampaio Filho (2008), este critério apresenta deficiências que podem induzir a erros de interpretação nas decisões de investimento das empresas. Essas deficiências teóricas estão relacionadas, principalmente, a duas questões: o problema da taxa de reinvestimento e a possibilidade de existência de múltiplas taxas conflitantes, ou a inexistência de uma taxa. Para contornar essas deficiências, alguns autores de finanças sugerem a adoção da TIRM em substituição ao método tradicional.

Segundo Brigham e Ehrhardt (2006), é possível modificar o método tradicional para tornar a TIR um melhor indicador de lucratividade relativa, denominada como TIR modificada. Para Kassai et al. (2000), a TIRM é uma versão melhorada da TIR tradicional que possibilita a eliminação dos problemas da existência de diversas taxas de retorno e dos pressupostos das taxas de reinvestimento. Kierulff (2008) cita que a TIRM é a mais adequada para avaliar as características dos fluxos deste indicador. Ela torna-se o fluxo financeiro heterogêneo original em um de caráter homogêneo, atualizando todos os custos a uma taxa de financiamento, e capitaliza todos os rendimentos a uma taxa de reinvestimento (BIONDI, 2006). Esta taxa apresenta uma vantagem significativa sobre a TIR comum, pois presume que os fluxos de caixa serão reinvestidos ao custo do capital, enquanto a taxa comum supõe que os fluxos de caixa são reinvestidos à própria TIR do projeto (WESTON e BRIGHAM, 2000).

3.4.2.4. Valor anual uniforme equivalente (VAUE)

O valor anual uniforme equivalente (VAUE) é um critério de análise de investimentos que trabalha no conceito do valor anual. Com isso, é recomendado para comparação com projetos com horizontes de planejamentos diferentes, porque utiliza uma base de tempo anual para confrontar as alternativas (CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE, 2000). O critério consiste em transformar um fluxo de caixa irregular em uma série uniforme equivalente, a uma TMA (FELDENS et al., 2010). É a parcela periódica e constante necessária ao pagamento de uma quantia igual ao VPL da opção de investimento em análise ao longo de sua vida útil (CORDEIRO, 2010). O projeto será considerado economicamente viável quanto maior for o valor do benefício periódico equivalente (SILVA et al., 2002).

O VAUE proposto por Casarotto e Kopitkke (1996), foi introduzido como alternativa ao critério convencional no cálculo de custos de produção para o caso de culturas perenes. Ele também é conhecido como VUL, VPLA ou VAE (DOSSA, 2000). Neste critério o VPL de um fluxo financeiro se transforma numa série anual uniforme e o resultado indica que, no final de cada período de investimento, ao somatório dos valores descontados representa o VPL do fluxo financeiro da atividade (DOSSA, 2000).

A grande vantagem do VAUE em relação aos anteriores, é o fato de não ser necessário a consideração das diferenças de vidas úteis das alternativas nos cálculos. Isto ocorre em função do método ter como resultado um valor, segundo uma unidade de tempo. Outra vantagem é a viabilidade da determinação da vida econômica dos bens em geral utilizados nas atividades operacionais (NEVES, 1982).

3.4.2.5. Período de recuperação de capital – *payback* descontado (T)

O período de recuperação do capital, também conhecido por *payback* simples, consiste essencialmente em determinar o tempo necessário para que o somatório do fluxo de caixa seja igual ao investimento inicial (TORRES et al., 2000; CERVI et al., 2010; COELHO e COELHO, 2012).

Cervi (2009) e Souza e Clemente (2009) complementam que dadas suas limitações e não obstante a sua simplicidade é muito provável que as empresas e

investidores empreguem o período de *Payback* de um investimento como uma forma auxiliar na tomada de decisões sobre investimentos utilizando-o como um parâmetro limitador, ou seja, prazo máximo de retorno na tomada de decisão.

No entanto, Bruni et al. (1998) e Laponi (2000) afirmam que esse indicador apresenta algumas desvantagens, como: não considerar o valor do dinheiro no tempo, não considerar todos os capitais do fluxo de caixa, não ser uma medida de rentabilidade do investimento e, exigir um limite arbitrário de tempo para a tomada de decisão. É possível incluir a TMA no cálculo do *payback*, resultando no que se convencionou chamar de *payback* descontado.

Segundo Brigham e Ehrhardt (2006) o período de *payback* descontado é definido como o número de períodos necessários para recuperar o investimento dos fluxos de caixa líquidos descontados.

Em outra definição, Brom e Balian (2007) referem-se ao *payback* descontado como o tempo necessário para que o projeto recupere o investimento realizado mais o retorno mínimo exigido pelo investidor (investimentos e retornos são considerados em valor presente).

A principal diferença entre os dois ‘*payback*’ é que o *payback* descontado considera o valor temporal do dinheiro, ou seja, atualiza os fluxos futuros de caixa a uma TMA, trazendo os fluxos a valor presente, para depois calcular o período de recuperação (WOILER e MATHIAS, 1988; BRUNI et al., 1998; BALARINE, 2004; CASAROTTO FILHO e KOPITKE, 2007; SCHNORRENBERGER et al., 2008).

A utilização do *payback* descontado é vista como uma alternativa para contornar a deficiência do método do período de retorno tradicional, que não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo (BRIGHAM et al., 2001; GITMAN, 2004). Ferreira Júnior e Baptista (2003) explicam que o *payback* descontado é uma medida da liquidez e do nível de risco do projeto, uma vez que, quanto menor o tempo de recuperação do investimento, menor é o risco aos investidores.

3.4.2.6. Análise de risco

Na prática, todas as decisões gerenciais que envolvem uma organização, independentemente do porte, possuem incertezas que conduzem a diferentes níveis de risco (SIMÕES e SCHERRER, 2014).

O risco é a possibilidade de ocorrência de um momento desfavorável durante certo período de tempo (EHRLICH e MORAES, 2005). Ou um modo mais simples, risco é o grau de incerteza a respeito de um evento (SOLOMON e PRINGLE, 1981).

O risco pode ser considerado um possível prejuízo financeiro ou, a variabilidade de retornos associada a determinado ativo. De tal forma que, a relação risco/retorno desempenha papel importante para a determinação do destino dado ao capital privado, de forma que um dos principais atrativos para o investimento é uma relação coerente entre duas variáveis (GITMAN, 2004).

Bujoreanu (2012) cita que todo tipo de meio empresarial envolve algum tipo de risco, tais como a mudança de hábitos de clientes, surgimento de novos concorrentes e outros fatores fora de qualquer controle que podem inviabilizar os projetos. Com isso, a análise e gestão de riscos podem ajudar a avaliar os riscos e contribuir na tomada de decisões além de minimizar as interrupções dos planos do projeto. A gestão dos riscos também pode contribuir para decidir as estratégias a serem usadas para controlar os riscos são rentáveis.

Dada a incapacidade de coletar todas as informações pertinentes à realização de um investimento, o risco passa a ser parte integrante do processo de realização deste. Por isso, as decisões devem ser tomadas sob considerável grau de incerteza. Há risco em uma atividade quando são conhecidos os possíveis valores assumidos por certa variável relevante e suas respectivas probabilidades de ocorrência. Quando as probabilidades de ocorrência e/ou estados futuros da variável não são conhecidos, diz-se que há incertezas (FIGUEIREDO et al., 2006).

Para planejar e decidir, os agentes econômicos precisam reduzir as incertezas, representadas pelo complexo econômico, transformando-as em riscos (SIMIONI e HOEFLICH, 2006). Conforme Casarotto Filho e Kopittke (2000) existe três alternativas para a

solução dos problemas sob condições de incerteza: uso de matrizes de decisão, análise de sensibilidade e a simulação.

A análise de risco é feita por meio da associação de probabilidades de ocorrência a uma ou mais variáveis do projeto, modo que estabelece suas atribuições de probabilidades. Assim que modelada a distribuição de probabilidade das variáveis relevantes ao projeto, normalmente, identificadas pela análise de sensibilidade, simula-se valores destas variáveis e verificam-se seus impactos nos indicadores escolhidos tais como VPL, TIR, B/C, entre outros (NORONHA, 1987).

Com intuito de minimizar problemas com informações que nem sempre são conhecidas no momento da análise como preços, quantidades e rendimentos, entre outros, esta metodologia é aplicada e, utilizada para distribuir probabilidades associadas aos indicadores de desempenho do projeto (BENTES-GAMA, 2005). Para Neves (1982) o objetivo principal da análise de risco é calcular as chances do projeto se apresentar viável.

Simões e Bueno (2014) descrevem que a análise de risco pode ser realizada por meio do método de Monte Carlo. A incorporação de risco ao projeto de investimento financeiro, dar-se-á, à partir da construção de um modelo matemático e com a simulação de cenários probabilísticos, como por exemplo, dos indicadores financeiros comumente utilizados para a análise de projetos de investimentos.

A análise de risco baseada no Método Monte Carlo é a metodologia pela qual a incerteza envolvendo as principais variáveis projetadas num modelo de previsão é processada para estimar o impacto do risco sobre os resultados projetados. É uma técnica pela qual um modelo matemático é submetido a várias simulações (SIMIONI e HOEFLICH, 2006).

Para Woiler e Mathias (1988) a análise de risco compartilhada à tomada de decisões pode ser melhorada com o uso de técnicas de simulação. Essa técnica, quando inserida à análise de projetos, refere-se a seleção estocástica ou aleatória de variáveis.

Segundo Simioni e Hoeflich (2006) a análise de risco utilizando simulações pelo Método de Monte Carlo é uma alternativa usada na estimativa dos resultados econômicos esperados de projetos. Uma das questões fundamentais é a coleta de dados de modo que represente fielmente a amplitude verificada a campo.

3.4.2.7. Método Monte Carlo

O método Monte Carlo é um tipo de especial de simulação utilizada em modelos envolvendo eventos probabilísticos. É assim definido, pois apresenta um processo aleatório, tal como um lançamento de dados ou o girar de uma roleta, para selecionar os valores de cada variável em cada tentativa (MORSE, 1986). Utiliza algoritmos computacionais que dependem de amostragens aleatórias repetidas para computar o resultado. Após a execução de seguidas simulações, a fim de calcular as mesmas probabilidades heurísticas, apenas como realmente tocar e gravar os resultados em uma situação de caso real. Sendo assim, pode ser empregado, principalmente, em problemas distintos tais como a otimização, a integração numérica e a geração de amostras de distribuição de probabilidade (BERALDI et al., 2010; NAJAFI et al., 2012; De MARCO e THAHEEM, 2014; KARAHUTA, 2014).

Segundo Angelotti et al. (2008), a denominação "método de Monte Carlo" tornou-se uma expressão geral associada ao uso de números aleatórios e estatística de probabilidade. Para que uma simulação de Monte Carlo esteja presente em um estudo basta que este faça uso de números aleatórios na verificação de algum problema. Ao estimar a probabilidade de ocorrência de um evento, pode-se simular um número independentemente de amostras do evento e computar a proporção de vezes em que o mesmo ocorre.

Para Oliveira (2008) o Método Monte Carlo é um método de simulação estocástica, que se baseia na geração de números aleatórios para sua execução. Em síntese, pode-se dizer que os números aleatórios gerados representam cenários possíveis de investimento em questão. A geração de números aleatórios é associada a distribuições de probabilidade de maneira a simular os valores futuros de receitas e custos.

O método de Monte Carlo é um dos mais utilizados para obter as distribuições de frequências que subsidiam as análises de risco, devido, principalmente, a sua simplicidade e flexibilidade (LYRA et al., 2010).

De acordo com Rogers et al. (2008) esta metodologia de análise tem como princípio a geração de números aleatórios de acordo com parâmetros definidos para as variáveis que compõem o modelo a ser utilizado. Neste método é importante definir as variáveis de entrada que respeitem certo padrão de distribuição, e, a partir disso, é gerado com

auxílio de *softwares* específicos, números aleatórios para cada uma das variáveis, seguidos de diversos parâmetros de distribuição. A cada iteração o resultado é armazenado e, ao final de todas as iterações, a sequência de resultados gerados é transformada em uma distribuição de probabilidades, permitindo calcular estatísticas descritivas, como a média e desvio-padrão.

Conforme Aragão et al. (2013) o método Monte Carlo mede a probabilidade de ocorrência dos cenários menos atrativos para os critérios de avaliação de investimentos, permitindo tomar decisões condicionadas pela tolerância ao risco de uma organização, pois, se considerado apenas o resultado de cada critério não está sendo avaliado o risco gerado pela incerteza das variáveis antes mencionadas.

O método de Monte Carlo é empregado em avaliação de investimentos, sendo utilizado como ferramenta para análise de riscos e incertezas. Em um dado investimento ao invés de tratar uma variável, como a demanda, assumindo um valor fixo, considera-se que esta demanda pode assumir qualquer valor, obedecendo a uma distribuição de probabilidade estipulada pelo analista, que demonstra uma conotação mais ampla do cenário analisado (OLIVEIRA, 2008).

Segundo Correia Neto et al. (2002) esta metodologia é responsável por criar fluxos de caixa, por meio de geração aleatória de receitas para cada período componente no horizonte total de previsão. A cada geração de receitas aleatórias é originado uma geração de despesas variáveis, proporcionalmente calculadas em função de receitas, e do valor presente líquido do fluxo, a uma taxa de desconto previamente definida.

Cada geração de série de números significa um cenário possível de ocorrer. Individualmente, os cenários apresentam probabilidade diferente de zero de ocorrer e geram uma saída que deve ser registrada em uma lista para posterior inferência a respeito das variáveis de saída (ROGERS et al., 2008).

Para Donatelli e Konrath (2005) a qualidade dos resultados a ser obtido pelo Método Monte Carlo depende de certos fatores, como: *i*) representatividade do modelo matemático, *ii*) qualidade da caracterização das variáveis de entrada, *iii*) características do gerador de números pseudo-aleatórios utilizado, *iv*) número de simulações a serem realizadas e *v*) procedimento de definição do intervalo de abrangência.

De acordo com Noronha (1987), a sequência de cálculos para a realização da simulação de Monte Carlo é a seguintes: (1) Identificar a distribuição de

probabilidade de cada uma das variáveis relevantes do fluxo de caixa do projeto; (2) Selecionar ao acaso um valor de cada variável, a partir de sua distribuição de probabilidade; (3) Calcular o valor do indicador de escolha cada vez que for feito o sorteio indicado no item 2; (4) Repetir o processo até que se obtenha uma confirmação adequada da distribuição de frequência do indicador de escolha. Essa distribuição servirá de base para a tomada de decisão.

3.5. Espécies florestais

3.5.1. *Schinus terebinthifolius* Raddi

Schinus terebinthifolius Raddi, Anacardiaceae, é conhecida popularmente como aroeira-pimenteira, que ocorre na Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) (GUIMARÃES et al., 1988), na Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) (SILVA e MARCONI, 1990), na Floresta Estacional Semidecidual (BRANDÃO et al., 1989) e na Floresta Estacional Decidual (TABARELLI, 1992). Pode atingir altura de 2 a 10 m, e 10 a 30 cm de DAP. No Estado de São Paulo, os frutos amadurecem de março a outubro, que devem ser colhidos após a mudança da coloração dos frutos de verde para róseo-vermelho, que representa sua maturação fisiológica. As sementes não apresentam dormência (CARVALHO, 2003).

De acordo com Durigan et al. (1997), é uma espécie pertencente ao grupo sucessional das pioneiras. É recomendada para recuperação de solos pouco férteis (rasos, rochosos, hidromórficos ou salinos), devido ao seu caráter de rusticidade, pioneirismo e agressividade (CARVALHO, 1988). Em função de suas características ecológicas, devem ser plantadas a pleno sol (CARVALHO, 2003) e pode ser utilizada em áreas de inundações periódicas de curta duração e com períodos de encharcamento moderado (KAGEYAMA, 1992). As mudas de aroeira-pimenteira ficam aptas para o plantio em campo aos 90 a 120 dias após semeadura (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008), sendo que a altura entre 20 a 80 cm não apresentam problemas de adaptação (CARVALHO, 2003), apresentando desenvolvimento das plantas em campo é bastante rápido (LORENZI, 2008).

Pode ser utilizada em projetos paisagísticos devido ao longo período de sua frutificação e a coloração destes, e, além destas características, o seu pequeno porte

favorece o plantio para arborização urbana. Pode ser usada também na culinária como condimento e, para confecção de mourões, esteios e carvão (LORENZI, 2008).

3.5.2. *Handroanthus vellosi* (Toledo) Mattos

Handroanthus vellosi (Toledo) Mattos (Bignoniaceae) é conhecida popularmente como ipê-amarelo, ipê-cascudo, ipê-da-casca-lisa, entre outros. Ocorre principalmente na floresta de altitude nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e Rio de Janeiro (LORENZI, 2008; ESPÍRITO SANTO et al., 2012), Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual e Matas ciliares (HARDT et al., 2006). É caracterizado como espécie secundária inicial (OLIVEIRA FILHO et al., 2008) a secundária tardia (HARDT et al., 2006). Seu ciclo em viveiros florestais demonstra que esta espécie fica apta para o plantio em campo quando atinge 4 a 6 meses (LORENZI, 2008).

Pode atingir altura entre 15 a 25 m, com tronco de 40 a 70 cm de DAP. No Estado de São Paulo, a maturação dos frutos ocorre entre outubro a novembro, produzindo relativamente poucas sementes, que podem ser colhidas quando se iniciar a abertura espontânea dos frutos. A espécie não apresenta dormência (LORENZI, 2008).

Trata-se de uma ótima madeira para usos externos, como vigas de pontes, postes e mourões, para confecção de artesanatos torneados, bengalas entre outros. A árvore apresenta características paisagísticas, devido principalmente à sua floração, tendo, devido a isso, sido considerada uma flor símbolo do Brasil, através de decreto federal. Seu porte elevado à torna apropriada para arborização de parques e praças (LORENZI, 2008).

3.5.3. *Esenbeckia leiocarpa* Engler

A espécie *Esenbeckia leiocarpa* Engler (Rutaceae) é conhecida popularmente no Estado de São Paulo como guarantã, antã-forte, guará-árvore e guamixira (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008). Apresenta ocorrência no Bioma Pantanal no Pantanal Mato-Grossense (MS), e o Bioma Mata Atlântica na Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifolia) e na Floresta Ombrófila Densa (Floresta Tropical Pluvial Atlântica) (SOARES e ASCOLY, 1970; CARVALHO, 2003).

O guarantã é caracterizado como uma espécie secundária tardia (DURIGAN e NOGUEIRA, 1990) a clímax (FERRETI et al., 1995), sendo presente em estágios finais de sucessão. É típica de solos de textura arenosa, porém férteis, e raramente é encontrada em terras roxas e em baixadas úmidas (NOGUEIRA, 1977). Em plantios de recuperação de áreas degradadas de áreas de preservação permanente, o guarantã pode ser utilizado em adensamento destes ambientes (CARVALHO, 2003).

Pode atingir 30 m de altura e 60 cm de DAP, e apresenta comportamento perenifólio de mudança foliar (CARVALHO, 2003). O processo reprodutivo inicia-se com cerca de oito anos pós-plantio (KAGEYAMA et al., 1991), sendo que o amadurecimento dos frutos ocorre de junho a setembro no Estado de São Paulo (NOGUEIRA, 1977). Recomenda-se a colheita dos frutos diretamente da árvore, e, em seguida, exposição ao sol, para liberação das sementes. A realização do tratamento pré-germinativo antecipa o início do processo germinativo e aumenta sua velocidade (ARAÚJO e OLIVEIRA, 1997).

As mudas atingem tamanho ideal para o plantio em campo aos 8 a 10 meses, de acordo com Lorenzi (2008) ou de 8 a 12 meses, segundo Carvalho (2003). O desenvolvimento das plantas em campo é considerado moderado, alcançando 2 m em 2 anos (LORENZI, 2008).

Segundo Lorenzi (2008), esta espécie pode ser empregada como dormentes, mourões, estivas, caibros, vigas de pontes, cabo de ferramentas. Além destes usos, é uma árvore ornamental, sendo empregada com sucesso no paisagismo geral.

**CAPÍTULO I: COMPARAÇÃO ENTRE RECIPIENTES BIODEGRADÁVEL E DE
POLIETILENO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS*
RADDI SOB TRÊS MANEJOS HÍDRICOS E O DESENVOLVIMENTO INICIAL EM
VASO**

Resumo: A evolução dos recipientes para produção de mudas florestais de qualidade tem proporcionado a melhoria do sistema. Diante dos problemas ambientais, principalmente, ocasionados pela matéria-prima dos tubetes de polietileno, há a busca por recipientes alternativos, como os biodegradáveis, os quais podem ser plantados com a muda. Como estes apresentam utilização recente e características distintas no que se refere à permeabilidade do material, há necessidade de redefinir o manejo hídrico aplicado para estas novas embalagens. A pesquisa teve por objetivos comparar os recipientes de polietileno e o biodegradável (*Ellepot*®) e identificar o melhor manejo hídrico para o desenvolvimento e qualidade das mudas de *Schinus terebinthifolius* e comparar o desenvolvimento inicial em vaso. A pesquisa constituiu-se de 2 experimentos, sendo o primeiro com ciclo menor de dias (indicado para o recipiente biodegradável), e outro com ciclo maior (indicado para o recipiente de polietileno). Os experimentos constituíram-se de fatorial 2x3, correspondendo a dois tipos de tubetes: polietileno e biodegradável e três lâminas brutas de irrigação (8, 11 e 14 mm). Os dados foram submetidos à Anova seguidos do Teste de Tukey a 5% (dados quantitativos) e o Teste de Goodman para proporções entre e dentro de populações multinomiais (dados qualitativos). Os resultados mostraram que no menor ciclo das mudas o tubete biodegradável possibilitou maior desenvolvimento na lâmina diária de 14 mm para todas variáveis, exceto massa seca radicular e Índice de Qualidade de Dickson; o polietileno teve influência nas lâminas 11 e 14 mm diários para altura e relação altura/diâmetro. Em todas as variáveis na lâmina 14 mm, as mudas no recipiente biodegradável foram superiores que o polietileno. No maior ciclo para ambos os recipientes, a lâmina 14 mm influenciou todas as variáveis exceto massa seca radicular e Índice de Qualidade de Dickson. Em todas as variáveis na lâmina 14 mm, as mudas no recipiente biodegradável foram superiores que o polietileno. Em vaso, não houve diferença para altura e diâmetro das mudas produzidas no menor ciclo (64 dias após transplante) nos dois recipientes. Já nas mudas do ciclo maior (85 dias após transplante), o recipiente biodegradável possibilitou desenvolvimento superior em todas as variáveis, exceto a massa seca radicular. Conclui-se que o recipiente biodegradável possibilitou o desenvolvimento de mudas de qualidade em 64 dias, quando usado lâmina diária de irrigação de 14 mm com desenvolvimento satisfatório em vaso.

Palavras-chave: viveiro florestal, *Ellepot*®, irrigação, lâmina d'água, aroeira-pimenteira.

1.1 Introdução

O sucesso dos projetos de implantação florestal dependem diretamente da qualidade das mudas florestais utilizadas, sendo que este padrão de qualidade estão relacionados a vários fatores de produção, dentre eles, os recipientes (BARROSO et al., 2000; KOSTOPOULOU et al., 2011; SILVA et al., 2012).

A produção de mudas florestais com a utilização de tubetes iniciou-se na década de 70, representando uma evolução nos viveiros do mundo (JOSÉ et al., 2005; WENDLING, 2010), colaborando com o manuseio dentro e fora do viveiro e em seu transporte (GOMES e PAIVA, 2004).

Pelo fato de serem fabricados a base de derivados de petróleo com degradação completa no ambiente em torno de 400 anos (DIAS, 2011; FLORES et al., 2011), são uma ameaça ao ambiente (NORASHIKIN e IBRAHIM, 2009). Uma solução para a substituição desses tubetes, que visem a sustentabilidade do setor é o uso dos recipientes biodegradáveis (BRIASSOULIS, 2006; SHEY et al., 2006; DIAS, 2011), os quais são plantados com as mudas (NARAYAN, 2001; DIAS, 2011).

Características vantajosas dos recipientes biodegradáveis são o melhor e mais rápido desenvolvimento das mudas no campo com menor estresse no momento do plantio, devido à integridade das raízes que podem ultrapassar as paredes, que são porosas (IATAURO, 2001), bem como a redução do tempo de permanência das mudas no viveiro, possibilitando plantios precoces e, com isso, aumentando da capacidade produtiva do viveiro (IATAURO, 2004).

Com relação a irrigação das mudas em recipientes biodegradáveis, há a necessidade de se adequar os manejos hídricos a fim de garantir a qualidade das mudas. Estudos com manejo hídricos de espécies nativas em recipientes biodegradáveis ainda são escassos (WENDLING e GATTO, 2002; SILVA et al., 2004; DELGADO, 2012). Uma irrigação deficitária ou em excesso pode acarretar em limitação no desenvolvimento das mudas. A falta de água pode levar ao estresse hídrico e diminuição de absorção de nutrientes, enquanto o excesso pode favorecer a lixiviação de nutrientes e proporcionar um habitat ideal para proliferação de doenças, além de afetar as condições ambientais em razão da economia de água e acúmulo de lixiviados no solo, e aumentar os custos de produção (LOPES, et al., 2005; MONTAGUE e KJELGREN, 2006).

Schinus terebinthifolius Raddi é pertencente à família Anacardiaceae, conhecida popularmente como aroeira-pimenteira, que ocorre na Floresta Ombrófila Densa (GUIMARÃES et al., 1988), na Floresta Ombrófila (SILVA e MARCONI, 1990), na Floresta Estacional Semidecidual e na Floresta Estacional Decidual (TABARELLI, 1992). Pertence ao grupo sucessional das pioneiras (DURIGAN et al., 1997), e é recomendada para recuperação de solos pouco férteis, caso dos rasos, rochosos, hidromórficos ou salinos, devido ao seu caráter de rusticidade, pioneirismo e agressividade (CARVALHO, 1988). Esta espécie pode ser plantada a pleno sol (CARVALHO, 2003) e, também em áreas de inundações periódicas de curta duração e com períodos de encharcamento moderado (KAGEYAMA, 1992).

Assim, o objetivo deste trabalho foi: *a)* comparar o desenvolvimento de mudas de aroeira-pimenteira em recipientes biodegradável e de polietileno; *b)* verificar a possibilidade de redução no ciclo de produção; *c)* identificar o manejo hídrico mais adequado para cada recipiente; *d)* comparar o desenvolvimento inicial das mudas em vasos.

1.2 Material e métodos

A pesquisa foi conduzida no período de fevereiro a agosto de 2014, no viveiro suspenso e setorizado do Departamento de Ciência Florestal da Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu – UNESP, localizado nas coordenadas 22°51'03'' de latitude Sul e 48°25'37'' longitude Oeste, altitude média de 840 m e clima do tipo *Cwa*, segundo classificação de *Köppen*, e precipitação média anual de 1.358 mm.

A pesquisa englobou dois experimentos, ambos comparando dois tipos de recipientes, sendo o primeiro com um ciclo de produção menor, considerado indicado para o recipiente biodegradável, já que neste o sistema radicular não necessita estar totalmente estruturado, pois o recipiente é plantado com a muda, servindo de proteção. O segundo com ciclo de produção maior indicado para o recipiente de polietileno, suficiente para produzir um sistema radicular bem estruturado, pois ao retirar o recipiente para o plantio, o torrão deve manter-se firme para não prejudicar o desenvolvimento da muda.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente ao acaso, dispostos no esquema fatorial 2x3, correspondendo a dois tipos de recipientes (biodegradável e polietileno) e três lâminas brutas de irrigação (8, 11 e 14 mm) aplicadas duas vezes por dia. Cada tratamento foi composto por quatro parcelas de 10 mudas.

Os recipientes testados foram: tubete de polietileno com volume de 120 cm³ e estrias internas salientes; recipiente biodegradável da marca *Ellepot*® com capacidade de 160 cm³. Como suporte para ambos foram usadas bandejas planas de polietileno. A densidade de plantas na fase de aplicação dos manejos hídricos foi de 236 m⁻².

O substrato usado foi um produto comercial constituído por turfa de *Sphagnum*, vermiculita e casca de arroz carbonizada na proporção 2:1:1 (base volume). As características físicas do substrato foram determinadas de acordo com Guerrini e Trigueiro (2004) e as características químicas segundo Brasil (2008) (Tabela 1).

Tabela 1. Características físicas e químicas do substrato usado.

Características físicas	Porosidade (%)			Retenção de água (mL/tubete)
	Macro	Micro	Total	
	24,2	59,3	83,4	54,6
Características químicas	Condutividade elétrica (dSm ⁻¹)			pH
	0,5			

A adubação de base realizada no substrato foi composta por fertilizantes solúveis Yoorin® Master 1S e Fosmag® 500B e de liberação controlada Osmocote® com formulação N-P-K 19:6:10. O conjunto destes fertilizantes forneceu os macronutrientes N, P, K, S, Ca e Mg nas dosagens de 42,3; 69; 31,3; 25,2; 48,2 e 18 mg/tubete respectivamente, e os micronutrientes B, Cu, Mn, Si e Zn nas dosagens de 0,3; 0,1; 0,6; 18,4 e 1 mg/tubete, respectivamente.

As plântulas, em média com 6,0 cm de altura, foram adquiridas da empresa Camará Mudas Florestais®, localizada no município de Ibaté – Estado de São Paulo (produzidas em sistema de *plugs*, volume de 7 cm³), e foram transplantadas para os dois recipientes (biodegradável e polietileno), permanecendo duas semanas em casa de vegetação, e em seguida para área de crescimento e rustificação, sendo alocadas em canteiros suspensos, cobertos com plástico difusor de luz, para controle da precipitação. Foi usado microaspersão com vazão de bocal de 200 L h⁻¹, acionado automaticamente.

Durante este período, as adubações de crescimento e rustificação foram realizadas duas vezes por semana, com uma lâmina bruta de 4 mm de solução nutritiva aplicada via ferti-irrigação em todos os tratamentos. A solução de crescimento foi composta pelos fertilizantes monoamôniofosfato purificado, sulfato de magnésio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio e uréia nas concentrações de 488; 155,4; 328,1; 312; 72,2 e 98,8 mg L⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente e a solução de micronutrientes, por ácido bórico, molibdato de sódio e sulfatos de manganês, zinco, cobre e ferro nas concentrações de 3; 3,9; 1,2; 0,6; 0,3 e 48 mg L⁻¹ de B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe, respectivamente.

A solução de rustificação foi aplicada duas vezes na semana, nos 15 dias finais de cada ciclo, composta por cloreto de potássio na concentração de 750 mg L⁻¹ e

por ácido bórico, molibdato de sódio e sulfatos de manganês, zinco, cobre e ferro nas concentrações de 4,2; 5,5; 1,7; 0,8; 0,4 e 67 mg L⁻¹ de K, B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe, respectivamente.

Ao final de cada ciclo de produção, 12 mudas de cada tratamento foram plantadas em vasos com volume de 14 L de solo obtidos da camada superficial 0-20 cm de profundidade da Fazenda Experimental Lageado classificado como Latossolo Vermelho distrófico textura média (CARVALHO et al., 1983). As mudas foram distribuídas aleatoriamente em estufa para acompanhar o desenvolvimento inicial até os 90 dias de idade.

O solo foi analisado quimicamente pelo Departamento de Ciência do Solo e Recursos Ambientais, da UNESP/FCA (Tabela 2).

Tabela 2. Análise química do solo utilizado no desenvolvimento das mudas em vaso.

pH	M.O.	P_{resina}	Al³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³						mg dm ⁻³
4,0	17	3	11	78	0,4	3	2	6	84	7	13

A avaliação do desenvolvimento e qualidade das mudas ao final dos experimentos foi constituída por: altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (D), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca da parte radicular (MSR) e qualidade do sistema radicular (QR). A partir dessas, foram calculadas a massa seca total, a relação altura/diâmetro (H/D) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Os instrumentos utilizados foram: régua, paquímetro digital, estufa de ventilação forçada e balança digital. A qualidade do sistema radicular foi avaliada nas mesmas mudas utilizadas para a obtenção das massas secas, porém somente nas mudas produzidas em recipiente de polietileno, já que o recipiente é retirado para o plantio. Foram adotados três parâmetros para definir a aptidão do plantio em campo: a) *ótimo/apto* – ao sistema radicular formado por um torrão ausente de flexibilidade e com presença de raízes novas; b) *bom/apto* – ao sistema radicular formado por um torrão com alguma flexibilidade e poucas raízes novas; e c) *ruim/inapto* – ao sistema radicular com torrão desagregado. Para a avaliação das mudas em vaso realizou-se medições da altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (D), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca da parte radicular (MSR) e massa seca total (MST).

Os dados quantitativos foram submetidos ao teste de normalidade, em seguida, à análise de variância e, nos casos em que houve diferenças significativas, realizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias. Para os dados qualitativos da qualidade do sistema radicular, foi usado o Teste de Goodman para proporções entre e dentro de populações multinomiais.

1.3 Resultados e discussões

1.3.1 Primeiro experimento (ciclo de produção menor)

Neste ciclo de produção, as mudas em recipiente biodegradável estavam aptas ao plantio em campo a partir de 64 dias após o transplante.

Houve interação entre o tipo de recipiente e o manejo hídrico aplicado. A maior lâmina bruta diária de irrigação, para ambos os recipientes, proporcionou maior desenvolvimento médio em altura, embora para as mudas produzidas em polietileno a lâmina de 11 mm diários tenha sido igual. Nas lâminas de 8 e 14 mm diários, o maior desenvolvimento em altura das mudas foi obtido no recipiente biodegradável (Tabela 3).

O aumento da lâmina de água proporcionou aumento do diâmetro do colo quando usado recipiente biodegradável, porém não houve influência quando usado o recipiente de polietileno. Somente nas mudas sob lâmina de 14 mm diários houve diferença entre recipientes, sendo o maior valor do diâmetro do colo encontrado nas mudas produzidas em recipiente biodegradável.

Um resultado importante a se considerar é que a altura e diâmetro médios das mudas produzidas em recipientes de polietileno no ciclo menor apresentaram tamanho mínimo adequado para o plantio em campo, que é de 20,0 cm de altura e 5,00 mm de diâmetro conforme Gomes et al. (2003), Caldeira et al. (2008) e Davide e Faria (2008).

Ocorreu interação entre o tipo de recipiente e o manejo hídrico para a relação H/D. Em recipiente biodegradável sob maior lâmina verificou-se a maior relação H/D das mudas, sendo superior ao recipiente de polietileno apenas quando usou a lâmina de 14 mm diários. Para o recipiente polietileno, as lâminas de 11 mm e 14 mm foram semelhantes. Em todos os tratamentos, os valores de H/D foram inferiores a 10, conforme recomendado por

Birchler et al. (1998), sendo como padrão para a sobrevivência e alta taxa de desenvolvimento das mudas em campo (GOMES e PAIVA, 2004).

Tabela 3. Efeito da interação entre as lâminas brutas diárias e os recipientes nas variáveis morfológicas das mudas de *Schinus terebinthifolius* aos 64 dias após o transplante.

Lâmina (mm)	Recipiente	
	Biodegradável	Polietileno
Altura da parte aérea (cm)		
8	26,3 aB	23,7 bB
11	25,5 aB	25,2 aAB
14	33,4 aA	26,5 bA
Diâmetro do colo (mm)		
8	4,01 aB	3,94 aA
11	4,03 aB	3,83 aA
14	4,46 aA	3,90 bA
H/D		
8	6,55 aB	6,05 aB
11	6,35 aB	6,69 aAB
14	7,53 aA	6,88 bA
Massa seca aérea (g)		
8	2,73 aB	2,20 bA
11	2,78 aB	2,27 bA
14	3,57 aA	2,48 bA
Massa seca radicular (g)		
8	1,45 aA	1,28 aA
11	1,39 aA	1,10 bA
14	1,54 aA	1,13 bA
Massa seca total (g)		
8	4,18 aB	3,49 bA
11	4,17 aB	3,37 bA
14	5,10 aA	3,60 bA
IQD		
8	0,53 aA	0,48 aA
11	0,51 aA	0,41 bA
14	0,53 aA	0,42 bA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As massas secas aérea e total das mudas apresentaram as maiores médias para aquelas sob lâmina bruta diária de 14 mm para ambos os recipientes; porém, para o de polietileno não houve diferença entre as demais lâminas. Comparando os dois recipientes, as mudas no biodegradável apresentaram maior desenvolvimento do que no polietileno.

A massa seca radicular (MSR) não foi influenciada pelo regime hídrico em ambos recipientes, porém, houve diferença entre os recipientes, sendo que no biodegradável as mudas apresentaram valores maiores, exceção encontrada quando se aplicou a lâmina menor.

As mudas produzidas em recipiente biodegradável apresentaram as massas secas aérea, radicular e total superiores àquelas em polietileno, enquanto Iatauro (2004) observou que o recipiente biodegradável possibilitou menor desenvolvimento de massa seca radicular e maior de massa seca aérea. Gonçalves (1992) cita que a massa seca aérea indica a rusticidade e correlaciona-se diretamente com a sobrevivência e desempenho inicial das mudas após o plantio. Segundo Sabonaro e Galbiatti (2007), quanto maior o crescimento do sistema radicular, maior será a parte aérea.

Para demonstrar a robustez das mudas produzidas é usado o Índice de Qualidade de Dickson e quanto maior o seu valor, melhor é a qualidade das plantas (GOMES, 2001). O IQD leva em consideração as relações entre os parâmetros morfológicos, calculando a distribuição da biomassa aérea e radicular (GOMES e PAIVA, 2004). Neste experimento tanto para o recipiente biodegradável como para o de polietileno, não houve influência nas mudas pela lâmina de irrigação aplicada e comparando o tipo de recipiente o recipiente biodegradável foi superior ao de polietileno quando aplicou 11 e 14 mm de água por dia.

A qualidade do sistema radicular não foi influenciada pelo manejo hídrico e apresentaram 100% de mudas aptas para o plantio, todavia com torrão flexível, o que necessita de um cuidado maior em campo (Tabela 4). Para as mudas produzidas em recipiente biodegradável não foi realizada esta avaliação, pois o recipiente é plantado com a muda, e, assim mantém a arquitetura natural do sistema radicular, sem enovelamentos, não prejudicando o desenvolvimento das raízes, principalmente das raízes mais novas, e evitando choques mecânicos, como acontece na retirada de mudas do polietileno.

Tabela 4. Condição do sistema radicular de mudas de *Schinus terebinthifolius* produzidas em recipiente polietileno aos 64 dias após transplante.

Lâmina bruta (mm)	Qualidade do sistema radicular (%)	
	Boa	Ótima
8	100,0A	0,0
11	100,0A	0,0
14	100,0A	0,0

Teste de Goodman para proporções entre e dentro de populações multinomiais. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as lâminas para cada grupo de classificação e letras minúsculas distintas diferem ($p < 0,05$) quanto à proporção do grupo de classificação dentro de cada lâmina.

Sobre a importância de se manter a arquitetura natural das raízes das mudas, Laclau et al. (2001) citam que, em plantas para o plantio, a alta densidade de raízes finas aumentam o contato da água com a serrapilheira, aumentando a habilidade das plantas em absorver água e nutrientes sobre a superfície, por ocasião de chuvas curtas durante a estação seca. Essa preocupação já é antiga (TOUMEY, 1916 apud GROSSNICKLE, 2012), mudas com mais raízes e de melhor qualidade apresentam melhor potencial de sobrevivência pós-plantio (DAVIS e JACOBS, 2005; TOUMEY, 1916 apud GROSSNICKLE, 2012).

O desenvolvimento adequado do sistema radicular proporciona a estabilidade do torrão, característica fundamental à sua preservação, principalmente após a retirada do recipiente e durante o manuseio em campo. Em consequência, a estabilidade diminui o risco de deformação, ressecamento e danos das raízes durante o plantio (TAVARES JÚNIOR, 2004). A estrutura radicular deve ser típica da espécie, sem enovelamentos e com grande quantidade de raízes finas. É importante que haja raízes finas que assegurem o pronto crescimento radicular, agilizando a adaptação e sobrevivência após plantio (MAEDA et al., 2006).

De acordo com Freitas et al. (2005), a persistência das deformações radiculares pós-plantio, bem como o plantio de mudas menores, podem reduzir ou atrasar o crescimento das mudas no campo, o que acarreta em maiores custos com o controle de plantas daninhas e o retardamento da produção esperada. Mudas robustas e que apresentam maior percentual de emissão de raízes são mais aptas às condições de estresse ambiental, garantindo maiores taxas de sobrevivência no campo (FREITAS et al., 2005).

Schinus terebinthifolius apresenta um ciclo médio de formação em torno de 60 dias após transplantio, sendo que com a utilização de recipientes biodegradáveis

este ciclo pode ser diminuído conforme encontrado por Iatauro (2004) que produziu esta espécie em recipientes biodegradáveis de 26 cm³ de volume em 39 dias e de polietileno de volume de 50 cm³ em 60 dias.

No presente trabalho o ciclo de 64 dias para a produção das mudas no recipiente biodegradável poderia ainda ter sido reduzido, pois as mudas a partir de 20 cm já estão com padrão de desenvolvimento adequado para plantio em campo e a qualidade do sistema radicular não é limitante neste caso, diferentemente do que ocorre com as mudas do polietileno que necessita um sistema radicular bem estruturado.

1.3.2 Segundo experimento (ciclo de produção maior)

Em ambos os recipientes, quanto maior a lâmina bruta diária de irrigação maiores foram a altura, o diâmetro, a massa seca aérea e total das mudas (Tabela 5). O recipiente biodegradável possibilitou a produção de mudas com maiores alturas que o polietileno em todas as lâminas. As massas secas aérea e total foram maiores nas mudas produzidas no recipiente biodegradável usando mais água 11 e 14 mm e o diâmetro somente quando se aplicou 14 mm de água por dia.

Morais et al. (2012), produzindo mudas da mesma espécie em diferentes lâminas de irrigação, observaram que a lâmina efetiva de 10 mm proporcionou maiores ganhos em altura (20,1 cm) e diâmetro (3,40 mm). Em contrapartida, a lâmina inferior (8 mm) produziu os menores resultados. Outras pesquisas, com outras espécies, porém, de mesma característica ecológica, indicam que o uso de lâmina bruta diária de 11 mm proporcionou maior desenvolvimento em altura e diâmetro em mudas de *Piptadenia gonoacantha* (SILVA e SILVA, 2015), enquanto que para *Inga vera* a melhor lâmina foi de 10 mm (DELGADO, 2012).

Estas variações no volume de água aplicado para cada espécie podem parecer pequenas, mas implicam em consumos elevados quando se considera todo o ciclo. Com isso, é imprescindível definir a frequência e volume de água a ser aplicado, de acordo com o tipo de substrato, recipiente e espécie a ser utilizado e também com cada etapa de formação das mudas (WENDLING e DUTRA, 2010).

Tabela 5. Efeito da interação entre as lâminas brutas diárias e os recipientes nas variáveis morfológicas das mudas de *Schinus terebinthifolius* aos 85 dias após o transplante.

Lâmina (mm)	Recipiente	
	Biodegradável	Polietileno
Altura da parte aérea (cm)		
8	29,4 aC	25,3 bC
11	34,1 aB	28,6 bB
14	45,0 aA	35,9 bA
Diâmetro do colo (mm)		
8	4,45 aC	4,13 aC
11	4,94 aB	4,63 aB
14	5,39 aA	4,98 bA
H/D		
8	6,63 aB	6,19 aB
11	6,89 aB	6,22 bB
14	8,40 aA	7,24 bA
Massa seca aérea (g)		
8	2,75 aC	2,22 aC
11	3,97 aB	2,91 bB
14	5,14 aA	3,90 bA
Massa seca radicular (g)		
8	1,69 aA	1,52 aA
11	1,83 aA	1,56 aA
14	2,08 aA	1,67 bA
Massa seca total (g)		
8	4,43 aC	3,74 aB
11	5,81 aB	4,47 bB
14	7,22 aA	5,57 bA
IQD		
8	0,66 aA	0,49 aA
11	0,67 aA	0,57 aA
14	0,67 aA	0,58 aA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A relação H/D obtida nas mudas neste experimento, de 6,19 a 8,40 indica que as mudas são de qualidade, quando se considera o critério de Birchler et al. (1998) e José et al. (2005), Caldeira et al (2008) e Morais et al. (2012), embora esta relação apresente médias que variam muito de acordo com as espécies estudadas.

A massa seca radicular não foi influenciada pela quantidade de água, e nem pelo tipo de recipiente, com exceção das mudas sob a lâmina diária de 14 mm, maior no

recipiente biodegradável. Morais et al. (2012), Delgado (2012) e Silva e Silva (2015) também encontram menor desenvolvimento das massas secas aérea, radicular e total utilizando a menor lâmina bruta diária (8 mm). Já o melhor desenvolvimento destas variáveis se deu sob a lâmina 10 mm nos estudos de Morais et al. (2012) e Delgado (2012) e de 11 mm para Silva e Silva (2015), produzindo mudas de *Schinus terebinthifolius*, *Inga vera* e *Piptadenia gonoacantha*, respectivamente.

Para o IQD não houve interferência entre o tipo de recipiente e a lâmina de irrigação. Como o IQD define a qualidade das mudas por meio dos parâmetros morfológicos, aéreo e radicular, representando sua capacidade de sobrevivência e desenvolvimento em campo (FONSECA et al., 2002), para atestar a qualidade deverá ser o maior possível, entretanto, não há um valor específico para cada espécie ou grupo de espécies (GOMES, 2001; GOMES e PAIVA, 2004). Contudo, infere-se que este índice pode variar em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, do tipo e proporção do substrato, do volume do recipiente e também pela idade em que a muda foi avaliada (TRAZZI et al, 2012), de modo que o IQD diferentes não desqualificam a espécie.

As alturas das mudas variaram de 25,3 a 45,0 cm e o diâmetro de 4,13 a 5,39 mm. Para ambos recipientes, adequadassegundo critérios de qualidade recomendados para *S. terebintifolius* estabelecido por José et al., 2005. Por outro lado, mesmo que os três manejos hídricos tenham favorecido o desenvolvimento adequado das mudas em relação à altura e diâmetro do colo, nem todos possibilitaram formar mudas com conceito ótimo para o sistema radicular (Tabela 6), sendo que as lâminas de 11 e 14 mm diários proporcionaram o conceito bom, e para o conceito ótimo isso ocorreu nas lâminas de 8 e 11 mm diários. Avaliando dentro de cada lâmina bruta, nenhuma diferiu estatisticamente com relação à qualidade do sistema radicular. No ciclo mais longo (85 dias) houve melhoria na qualidade do sistema radicular atribuindo-se o conceito ótimo em relação ao ciclo mais curto (64 dias) (Tabela 4). Para se produzir mudas de qualidade com sistema radicular estruturado e com a presença em quantidade e qualidade de raízes finas em recipiente de polietileno, houve necessidade de um ciclo produtivo mais longo (Tabela 6).

Tabela 6. Condição do sistema radicular de mudas de *Schinus terebinthifolius* produzidas em recipiente polietileno aos 85 dias após o transplante.

Lâmina bruta (mm)	Qualidade do sistema radicular (%)	
	Boa	Ótima
8	42,1aB	57,9 aA
11	40,0 aA	60,0 aA
14	55,0 aA	45,0 aB
Total	45,8	54,2

Teste de Goodman para proporções entre e dentro de populações multinomiais. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as lâminas para cada grupo de classificação e letras minúsculas distintas diferem ($p < 0,05$) quanto à proporção do grupo de classificação dentro de cada lâmina.

As mudas produzidas em recipiente biodegradável apresentaram padrão acima do recomendado para o plantio em campo, com ciclo de 85 dias, em relação às produzidas em recipiente polietileno.

1.3.3 Desenvolvimento em vaso das mudas do ciclo de produção menor

Comparando os recipientes, houve melhor desenvolvimento das mudas produzidas no biodegradável até em 30 dias para a altura e 60 dias para o diâmetro, após esse período se igualaram (Tabela 7). De acordo com Ivetic et al. (2013) as variáveis altura e diâmetro, devem ser utilizadas juntas para averiguar a adaptação e desenvolvimento das mudas em campo. Isso quer dizer que, se as condições de campo foram adequadas, mudas de diferentes qualidades podem se igualar após 60 dias, como o que foi verificado nesse experimento. A opção em utilizar um ou outro recipiente pode ou deve ser relacionada à necessidade ou obrigatoriedade do uso em função de custos ou devido às questões ambientais.

Esen et al. (2012) verificaram a eficácia destas variáveis para a sobrevivência e estabelecimento em campo de mudas de *Prunus avium* L. De acordo com os autores, as dimensões ideais desta espécie produzidas no sistema de raiz nua, para o plantio, são de 8 mm para o diâmetro e 70 cm para a altura. Além da qualidade das mudas de expedição, o sucesso do reflorestamento é influenciado pelas práticas silviculturais realizadas no local de plantio, assim como, o suprimento das necessidades fisiológicas das espécies (GROSSNICKLE e HEIKURINEN, 1989; GROSSNICKLE et al., 1991).

Tabela 7. Desenvolvimento em vaso de *Schinus terebinthifolius*, de ciclo de 64 dias.

Recipiente	inicial	30 dias	60 dias	90 dias
	Altura (cm)			
Biodegradável	28,5 bA	33,6 bA	33,8 abA	42,7 aA
Polietileno	24,0 dB	28,9 cB	35,6 bA	44,9 aA
Diâmetro (mm)				
Biodegradável	3,93 dA	5,04 cA	5,55 bA	6,12 aA
Polietileno	3,30 dB	4,31cB	4,91 bB	6,51 aA
Massa seca aérea (g)				
Biodegradável	3,30 bA	4,49 bA	2,18 bA	10,43 aB
Polietileno	2,60 bA	3,02 bA	2,98 bA	17,14 aA
Massa seca radicular (g)				
Biodegradável	1,36 bA	1,81 bA	1,15 bA	4,05 aB
Polietileno	1,21 bA	1,68 bA	1,06 bA	5,98 aA
Massa seca total (g)				
Biodegradável	4,07 bA	6,30 bA	3,33 bA	14,48 aB
Polietileno	3,15 bA	4,70 bA	4,04 bA	23,12 aA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A produção de biomassa das mudas, massas secas aérea, radicular e total, apresentou mesmo comportamento, diferindo entre os recipientes somente em 90 dias pós-plantio, sendo maior no de polietileno. Quando ocorre o desenvolvimento das raízes de mudas pós-plantio é estabelecido um equilíbrio adequado de água, definindo que as condições ambientais adversas foram superadas, e, diferentemente quando há limitações ao acesso de água do solo (MARGOLIS e BRAND, 1990). Corroborando com o fato da adaptação e desenvolvimento das mudas, Grossnickle (2000) cita que após o estabelecimento em campo, elas começam a responder às práticas silviculturais que têm sido utilizadas para similarizar as condições locais favoráveis.

O recipiente biodegradável não foi impeditivo para o desenvolvimento do sistema radicular, principalmente por se caracterizar como um material poroso, refletindo no crescimento da parte aérea. Por ser um experimento em vaso, e, portanto, plantado com mais critérios que normalmente se tornam mais difíceis em campo, não houve diferenças significativas entre recipientes. A desvantagem que as mudas de polietileno poderiam ter em função de seu menor desenvolvimento radicular não foi observada nestas condições.

1.3.4 Desenvolvimento em vaso das mudas do ciclo de produção maior

As plantas produzidas em recipiente biodegradável apresentaram maiores alturas e diâmetros, diferindo para a altura desde o início do plantio e para o diâmetro a partir de 30 dias pós-plantio (Tabela 8). O incremento tanto em altura como em diâmetro mais que dobrou após 90 dias do plantio.

A utilização do recipiente biodegradável não se mostrou um obstáculo para o desenvolvimento das mudas, o que foi verificado com os resultados, com desenvolvimento superior às produzidas em recipiente de polietileno. Porém, como não há a necessidade de estruturação do sistema radicular, já que é plantado com a muda, não seria necessário atingir os padrões exigidos para as mudas nativas produzidas em recipientes de polietileno, com isso, as mudas poderiam, talvez, ser produzidas com padrões inferiores, em ciclos de produção menores e dessa forma aumentar a capacidade produtiva do viveiro.

Não houve diferença significativa da MSR entre as mudas dos dois recipientes. A MSA e MST foram superiores nas mudas produzidas em recipiente biodegradável aos 90 dias após plantio em vaso.

Tabela 8. Desenvolvimento em vaso de *Schinus terebinthifolius*, de ciclo de 85 dias.

Recipiente	início	30 dias	60 dias	90 dias
	Altura (cm)			
Biodegradável	36,7 dA	42,3 cA	67,9 bA	86,3 aA
Polietileno	29,4 dB	36,5 cB	61,4 bB	74,7 aB
Diâmetro (mm)				
Biodegradável	4,79 dA	6,18 cA	8,88 bA	10,32 aA
Polietileno	4,50 dA	5,44 cB	8,21 bB	9,40 aB
Massa seca aérea (g)				
Biodegradável	4,64 cA	6,08 cA	21,22 bA	55,74 aA
Polietileno	2,78 cA	4,87 cA	19,28 bA	47,34 aB
Massa seca radicular (g)				
Biodegradável	2,16 cA	5,75 bA	9,04 bA	14,18 aA
Polietileno	1,64 cA	3,69 bcA	5,79 bB	12,28 aA
Massa seca total (g)				
Biodegradável	6,80 cA	11,83 cA	30,27 bA	69,92 aA
Polietileno	4,41 cA	8,56 cA	25,07 bA	59,62 aB

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

1.4 Conclusões

De modo geral, as mudas produzidas em recipientes biodegradáveis tiveram maior desenvolvimento do que as em recipiente de polietileno, apesar de ter sido possível produzir mudas de qualidade em 64 dias em ambos os recipientes, sendo que o maior benefício do aumento do ciclo de produção foi a melhoria da qualidade do sistema radicular produzidas no recipiente de polietileno, o que poderia ser uma vantagem para plantio em campo, porém em vaso isso não foi verificado dada as condições controladas.

A lâmina de irrigação mais adequada para a produção de *S. terebinthifolius*, usando recipiente biodegradável, foi de 14 mm diários tanto nas mudas do ciclo de 64 quanto de 85 dias. Para as mudas de recipiente de polietileno as lâminas brutas diárias de 11 e 14 mm foram mais adequadas tanto para o menor como para o maior ciclo.

O desenvolvimento pós-plantio das mudas produzidas em ambos recipientes foi semelhante no ciclo de 64 dias. Já para as mudas de ciclo de 85 dias o desenvolvimento foi superior produzidas em recipiente biodegradável.

1.5 Referências bibliográficas

BARROSO, D.B.; CARNEIRO, J.G.A.; LELES, P.S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 7, n.1, p.238-250, 2000.

BIRCHLER, T.; ROSE, R.W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parâmetros definitorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, v.7, n.1-2, p.109-121, 1998.

BRASIL. **Instrução Normativa SDA n. 31**: Métodos analíticos oficiais para análise de substratos para plantas e condicionadores de solo. Brasília: Diário Oficial da União, 2008. 7 p.

BRIASSOULIS, D. Mechanical behaviour of biodegradable agricultural films under real field conditions. **Polymer Degradation and Stability**, n.91, p.1256-1272, 2006.

CALDEIRA, M.V.W.; ROSA, G.N.da; FENILLI, T.A.B.; HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-pimenteira. **Scientia agrária**, v. 9, n.1, p. 27-33, 2008.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais de espécies florestais**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica; Colombo: EMBRAPA/CNPF, 2003. v.1, 1039p.

CARVALHO, P.E.R. Potencialidade e restrições da regeneração artificial de espécies madeiras nativas do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL DO PARANÁ, 2., 1988, Curitiba. **Anais**, Curitiba: Instituto Florestal do Paraná, 1988, p.292-320.

CARVALHO, W. A.; ESPINDOLA, C. R.; PACOLLA, A. A. **Levantamento de solos da fazenda Lageado - estação experimental "Presidente Médice"**. Botucatu: UNESP-Faculdade de Ciências Agrônomicas, 1983. 95 p.

DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. (Eds). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. 1. ed. Lavras: MG, UFLA, 2008, cap.2, p.83-94.

DAVIS, A. S.; JACOBS, D. F. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. **New Forest**. Springer 17 p., 2005.

DELGADO, L.G.M. **Produção de mudas nativas sob diferentes manejos hídricos**. 2012. 99p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

DIAS, B.A.S. **Análise comparativa de tubetes biodegradáveis e de polietileno na produção de mudas de *Paratecoma peroba* (Record&Mell) Kuhl**. 2011. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M.B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M.A. de O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas & Letras, 1997, 65p.

ESEN, D.; YILDIZ, O.; ESEN, U.; EDIS, S.; ÇETINTAS, C. Effects of cultural treatments, seedling type and morphological characteristics on survival and growth of wild cherry seedlings in Turkey. **IForest**, v.5, p.283-289, 2012.

FLORES, H.J.M.; MAGAÑA, J.J.G.; ÁVALOS, V.M.C.; GUTIÉREZ, G.O.; VEGA, Y.Y.M. Características morfológicas de plántulas de dos especies forestales tropicales propagadas en contenedores biodegradables y charolas styroblock. **Rev. Mex. Cien. For.**, v.2, n.8, 2011.

FONSECA, E.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N.A.N.; COUTO L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n.4, p.515-523, 2002.

FREITAS, T.A.S.de; BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G.A.; PENCHEL, R.M.; LAMÔNICA, K.R.; FERREIRA, D.A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v.29, n.6, p.853-861, 2005.

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

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K.** 2001.166f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

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

GONÇALVES, M.R. **Crescimento, acúmulo de nutrientes e temperatura de copa em cinco espécies de *Eucalyptus ssp.* sob dois regimes hídricos.** 1992. 84p. Dissertação (Mestrado em Silvicultura) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 1992.

GROSSNICKLE S.C. **Ecophysiology of Northern Spruce Species: The Performance of Planted Seedlings.** NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, p. 409, 2000.

GROSSNICKLE, S.C.; HEIKURINEN, J. Site preparation: Water relations and growth of newly planted jack pine and white spruce. **New Forests**, v.3, p.99-123, 1989.

GROSSNICKLE, S.C.; MAJOR, J.E.; ARNOTT, J.T., LEMAY, V.M. Stock quality assessment through an integrated approach. **New Forests**, v.5,p.77-91, 1991.

GROSSNICKLE, S.C. Why seedlings survive: influence of plant attributes. **New Forest**, Lafayette, v.43, p.711-738, 2012.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v. 28, n. 6, p. 1069-1076, 2004.

GUIMARÃES, E.F.; MAUTONE, L.; MATTOS FILHO, A. Considerações sobre a floresta pluvial baixo-montana: composição florística em área de remanescente no Município de Silva Jardim, Estado do Rio de Janeiro. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, v.23, p.45-53, 1988.

IATAURO, R.A. **Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção e o acondicionamento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden.** Botucatu, 2001. 33p. Monografia. Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

IATAURO, A. R. **Avaliação energética da substituição de tubetes de plástico por tubetes biodegradáveis na produção de mudas de aroeira- *Schinus terebinthifolius* Raddi.** 2004. 73p. Dissertação (Mestrado em Energia na agricultura). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

IVETIC, V.; DAVORIJA, Z.; VILOTIĆ, D. Relationship between morphological and physiological attributes of hop hornbeam seedlings. **Bulletin of the Faculty of Forestry**, v.108, p.39-50, 2013.

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

KAGEYAMA, P. Y. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. **Série Técnica Ipef**, Piracicaba, v.8, n.25, p.1-43, 1992.

KOSTOPOULOU, P.; RADOGLU, K.; DINI PAPANASTASI, O.; ADAMIDOU, C. Effect of mini-plug container depth on root and shoot growth of four forest tree species during early development stages. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.35, p.379-390, 2011.

LACLAU, J.P. et al. Spatial distribution of *Eucalyptus* roots in a deep sandy soil in the Congo: relationships with the ability of the stand to take up water and nutrients. **Tree Physiology**, v.21, p.129-136, 2001.

LOPES, J.L.W.; GUERRINI, I.A.; SAAD, J.C.C.; SILVA, M.R.da. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, n. 68, p.97-106, 2005.

MAEDA, S.; ANDRADE, G. DE C.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. DA; AGOSTINI, R. B. Substratos alternativos para produção de mudas de *Eucalyptus badius*, obtidos a partir de resíduos das indústrias madeireira e cervejeira e da caprinocultura. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 5p. **Comunicado técnico**, 157.

MARGOLIS H.A. AND BRAND D.G. An ecophysiological basis for understanding plantation establishment. **Can. J. For. Res.**, v.20, p.375-390, 1990.

MONTAGUE, T.; KJELGREN, R. Use of thermal dissipation probes to estimate water loss of containerized landscape trees. **Journal of Environmental Horticulture**, v. 24, n. 2, p. 95-104, 2006.

MORAIS, W.W.C.; SUSIN, F.; VIVIAN, M.A.; ARAÚJO, M.M. Influência da irrigação no crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.32, n.69, p.23-28, 2012.

NARAYAN, R. Drivers for biodegradable/compostable plastics and role of composting in waste management and sustainable agriculture. **Bioprocessing of Solid Waste and Sludge**, v.11, p. 1-5, 2001.

- NORASHIKIN, M.Z.; IBRAHIM, M.Z. The Potential of Natural Waste (Corn Husk) for Production of Environmental Friendly Biodegradable Film for Seedling. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, n.34, p.176-180, 2009.
- SABONARO, D.Z.; GALBIATTI, J.A. Efeito de níveis de irrigação em substratos para a produção de mudas de ipê-roxo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.74, p.95-102, 2007.
- SHEY, J.; IMAM, S. H.; GLENN, G. M.; ORTS, W. J. Properties of baked starch foam with natural rubber latex. **Industrial Crops and Products**, Tucson, [s.i], n.24, p.34-40, 2006.
- SILVA, F.C. da; MARCONI, L.P. Fitossociologia de uma floresta com araucária em Colombo, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.20, p.23-38, 1990.
- SILVA, M.R.; KLAR, A.E.; PASSOS, J.R. Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio nas características morfofisiológicas de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden). **Revista Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 1, p. 31-40, 2004.
- SILVA, R.B.G. da; SILVA, M.R.da. Nursery water management on initial development and quality of *Piptadenia gonoacantha* seedlings. **Scientia forestalis**, v.43, n.105, p. 91-100, 2015.
- SILVA, R. B. G. da; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 297-302, 2012.
- TABARELLI, M. Flora arbórea da floresta estacional baixo-montana no Município de Santa Maria – RS, Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, parte 1, p.260-268, 1992. Edição de Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, São Paulo, SP, mar. 1992.
- TAVARES JÚNIOR, J.E. **Volume e granulometria do substrato na formação de mudas de café**. 2004. 73p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – ESALQ/USP, Piracicaba, 2004.
- TRAZZI, P.A.; CALDEIRA, M.V.W.; COLOMBI, R.; GONÇALVES, E.O. Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 621 - 630, 2012.
- WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por estaquia e miniestaquia. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010.p. 50-80.
- WENDLING, I. Cultivo de eucalipto. **Embrapa Florestas**. Sistema de produção, 4-2 edição, 2010.
- WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002. 166 p.

**CAPÍTULO II: QUALIDADE DE MUDAS DE *HANDROANTHUS VELLOSOI*
(TOLEDO) MATTOS PRODUZIDAS EM RECIPIENTE BIODEGRADÁVEL E DE
POLIETILENO SUBMETIDAS A TRÊS MANEJOS HÍDRICOS**

Resumo: Recipientes de paredes rígidas têm ocasionado problemas para a qualidade de mudas florestais, por isso, tem sido necessário estudos com objetivo de desenvolver novas técnicas e recipientes alternativos para a produção. Dos recursos que a planta necessita para se desenvolver, a água é um dos mais importantes, e com a inserção de recipientes biodegradáveis, há a necessidade de se adequar o manejo da irrigação. O objetivo do trabalho foi comparar o desenvolvimento de mudas de *H. vellosi* e identificar o melhor manejo hídrico no recipiente biodegradável *Ellepot*® e de polietileno e comparar o desenvolvimento inicial em vaso. O trabalho constituiu-se de 2 experimentos, sendo o primeiro com ciclo menor de dias (indicado para o recipiente biodegradável) e outro com ciclo maior (indicado para o recipiente de polietileno). Os experimentos constituíram-se de fatorial 2x3, correspondendo a dois tipos de tubetes: polietileno e biodegradável e três lâminas brutas diárias de irrigação (8, 11 e 14 mm). Foram avaliadas: eficiência hídrica, altura, diâmetro e massas secas (aérea, radicular e total) e as relações altura/diâmetro e Índice de Qualidade de Dickson ao final de cada ciclo de produção e o desenvolvimento inicial em vaso. Os dados foram submetidos à Anova seguidos do Teste de Tukey a 5% para os dados quantitativos e o Teste de Goodman para proporções entre e dentro de populações multinomiais, para os dados qualitativos. No menor ciclo não houve interação para a eficiência hídrica. As lâminas não influenciaram o desenvolvimento do diâmetro, massa seca radicular e Índice de Qualidade de Dickson usando o recipiente biodegradável, e diâmetro e Índice de Qualidade de Dickson no recipiente de polietileno. Houve influência do recipiente nas mudas produzidas, sendo o biodegradável superior ao polietileno em altura, diâmetro, massa seca aérea e Índice de Qualidade de Dickson (todas as lâminas), na relação altura/diâmetro (lâmina 11 mm) e massas secas (radicular e total) sob as lâminas 11 e 14 mm diárias. Para o maior ciclo não houve interação para a eficiência hídrica. No recipiente biodegradável, as lâminas influenciaram o crescimento em altura, diâmetro e relação altura/diâmetro, e no recipiente de polietileno a altura e o diâmetro das mudas. O recipiente biodegradável possibilitou superioridade ao de polietileno apenas para altura e diâmetro nas três lâminas. Em vaso, em ambos ciclos de produção, aos 90 dias pós-plantio o recipiente biodegradável foi superior ao polietileno para todas as variáveis analisadas. Concluiu-se que o recipiente biodegradável proporciona a produção de mudas de qualidade em um ciclo menor ao exigido para o polietileno de pelo menos 141 dias, com desempenho satisfatório em campo.

Palavras-chave: viveiro florestal, irrigação, pilosidade radicular, desenvolvimento inicial.

1.6 Introdução

O plantio de mudas de espécies arbóreas para restaurar as funções ecológicas de um ecossistema é uma das técnicas de implantação de florestas nativas, que visam prevenir o agravamento dos danos ambientais (MODNA et al., 2010). Deste modo, o êxito dos projetos de implantação florestal é importante e altamente dependente da qualidade das mudas (CUNHA et al., 2005; LELES et al., 2006), para a sobrevivência em condições de prolongado estresse (OLIVO e BUDUBA, 2006).

Para a qualidade de mudas avalia-se um conjunto de variáveis (GROSSNICLKE, 1992; WIGHTMAN et al., 2001), sendo as mais comuns a altura, o diâmetro do colo, a relação altura/diâmetro, a relação altura/comprimento radicular e a qualidade do sistema radicular, sendo este último considerado por diversos autores aquele que apresenta a melhor correlação com desenvolvimento em campo (GOMES, 2001; GROSSNICLKE, 2005).

Segundo Gomes et al. (2003) as pesquisas com recipientes para produção de mudas têm sido muito dinâmicas, cumprindo o princípio de que o sistema radicular é importante, devendo apresentar boa arquitetura, e que, por ocasião do plantio, deverá sofrer o mínimo de distúrbios, permitindo que a muda seja plantada com um torrão sólido e bem agregado a todo sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o desenvolvimento inicial em campo.

Problemas de qualidade de mudas, supostamente resultantes da utilização de recipientes de paredes rígidas, têm incentivado estudos com objetivo de desenvolver novas técnicas de produção de mudas florestais que não favoreçam a restrição radicular e que permitam a prática da poda radicular (FREITAS et al., 2009).

A espécie *Handroanthus vellosi* (Toledo) Mattos (Bignoniaceae) é conhecida popularmente como ipê-amarelo, ipê-cascudo, ipê-da-casca-lisa, entre outros. Ocorre principalmente na floresta de altitude nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e Rio de Janeiro (LORENZI, 2008; ESPÍRITO SANTO et al., 2012). A espécie está presente nas fisionomias de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual e Matas ciliares (HARDT et al., 2006). Assim, caracteriza-se como espécie secundária inicial (OLIVEIRA FILHO et al., 2008) a secundária tardia (HARDT et al., 2006).

Tendo em vista que *H. vellosi* possui um sistema radicular com pêlos absorventes que apresentam alta aderência em recipientes de parede rígida, dificultando sua retirada e acarretando danos em suas raízes, deve-se considerar o tipo de recipiente a ser utilizado para produção desta e das demais espécies que apresentam tal característica. Neste caso, a utilização de recipientes alternativos como os biodegradáveis poderia promover melhores condições no plantio.

Visando a conservação da estrutura radicular, os recipientes biodegradáveis têm tido enfoque em pesquisas de produção de mudas florestais e alguns já sendo usados comercialmente.

Dos recursos que a planta necessita para se desenvolver, a água é o mais importante e, por outro lado, o mais limitante para a produtividade (TAIZ; ZEIGER, 2013), contudo, ainda hoje, na maioria dos viveiros florestais brasileiros, o manejo hídrico é determinado na maioria dos casos apenas através do exame visual das mudas (SILVA e SILVA, 2015). Com a inserção de novos recipientes em viveiros comerciais, há a necessidade de adequar as técnicas de manejo da irrigação tais como: *i*) definição do intervalo, *ii*) quantidade de água a ser aplicada cada vez e *iii*) tempo necessário irrigação (intensidade e tempo de um ciclo de irrigação) (FRIZZONE et al., 2012).

A necessidade de informações para produzir mudas nativas em recipientes biodegradáveis adequando o manejo hídrico, levou a condução deste experimento, que teve por objetivos: *a*) comparar o desenvolvimento e a qualidade das mudas de *Handroanthus vellosi* em recipientes de polietileno e biodegradável, *b*) definir o ciclo de produção adequado para cada recipiente; *c*) identificar o manejo hídrico adequado a cada recipiente; *d*) comparar o desenvolvimento inicial das mudas em vasos.

1.7 Material e métodos

A pesquisa foi composta por dois experimentos, distintos pelo ciclo de produção e comparando dois recipientes em cada ciclo. O primeiro com um ciclo de produção menor, considerado o indicado para o recipiente biodegradável, já que neste o sistema radicular não necessita estar totalmente estruturado, pois o recipiente é plantado com a muda, servindo de proteção. O segundo, com ciclo de produção maior, indicado para recipientes de polietileno, suficiente para produzir um sistema radicular bem estruturado, que garanta o não rompimento por ocasião do plantio.

Estes experimentos foram conduzidos em um delineamento inteiramente ao acaso, dispostos no esquema fatorial 2x3, correspondendo a dois tipos de tubetes, polietileno e biodegradável, e três lâminas brutas diárias de irrigação (8, 11 e 14 mm)

aplicadas duas vezes por dia (10h e 15h). Em ambos os experimentos, cada tratamento foi composto por quatro parcelas de 10 mudas.

Foram usados recipientes de polietileno com capacidade em volume de 120 cm³ e estrias internas salientes e o recipiente biodegradável é a base de papel degradável da marca *Ellepot*®, com capacidade de 160 cm³. Como suporte para ambos, foram usadas bandejas planas de polietileno, onde foram dispostos na densidade de plantas de 236 m⁻².

A pesquisa foi conduzida no período de fevereiro a dezembro de 2013, em viveiro suspenso e setorizado da UNESP/FCA, município de Botucatu - SP, localizado nas coordenadas 22°51'03'' de latitude Sul e 48°25'37'' longitude Oeste, altitude média de 840 m e clima do tipo *Cwa*, segundo classificação de Wilhelm Köppen, e com precipitação média anual de 1.358 mm.

A semeadura foi realizada em 20 de dezembro de 2013 em sistema de *plugs* de 7 cm³ e transplantadas para os recipientes biodegradável e de polietileno quando as plântulas apresentavam em média 9,0 cm de altura, que ocorreu em 11/02/2014 aos 53 dias após o semeio (DAS). Permaneceram duas semanas em casa de vegetação, para em seguida serem conduzidas à área de crescimento para o início da aplicação dos manejos hídricos. As mudas foram alocadas em canteiros suspensos, cobertos com plástico difusor de luz (para controle da precipitação) e com irrigação automatizada, do tipo microaspersão (bocais com vazão de 200 L h⁻¹).

O substrato usado para o enchimento dos recipientes foi um produto comercial constituído por turfa *Sphagnum*, vermiculita e casca de arroz carbonizada na proporção 2:1:1 (base volume). As características físicas do substrato foram determinadas de acordo com Guerrini e Trigueiro (2004) e as características químicas segundo Brasil (2008) (Tabela 9). Ao substrato foi adicionado uma adubação de base composta por fertilizantes solúveis Yoorin® Master 1S e Fosmag® 500B e o de liberação controlada Osmocote® com formulação N-P-K (19:6:10). Fornecendo macronutrientes nas dosagens de 42,3; 69; 31,3; 25,2; 48,2 e 18 mg/tubete de N, P, K, S, Ca e Mg, respectivamente, e micronutrientes nas dosagens de 0,3; 0,1; 0,6; 18,4 e 1 mg/tubete de B, Cu, Mn, Si e Zn, respectivamente.

Tabela 9. Características físicas e químicas do substrato utilizado no experimento sem a adubação de base.

Características físicas	Porosidade (%)			Retenção de água (mL/tubete)
	Macro	Micro	Total	
	24,2	59,3	83,4	54,6
Características químicas	Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)			pH
	0,5			

Durante o desenvolvimento dos experimentos, as mudas foram fertirrigadas duas vezes na semana a partir do início da aplicação dos manejos hídricos. A lâmina bruta diária aplicada da solução nutritiva foi de 4 mm em todos os tratamentos. A solução aplicada na fase de crescimento (56 dias no 1º experimento e 197 dias no 2º experimento) foi composta pelos fertilizantes monoamôniofosfato purificado, sulfato de magnésio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio e uréia nas concentrações de 488; 155,4; 328,1; 312; 72,2 e 98,8 mg L⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente e a solução de micronutrientes por ácido bórico, molibdato de sódio e sulfatos de manganês, zinco, cobre e ferro nas concentrações de 3; 3,9; 1,2; 0,6; 0,3 e 48 mg L⁻¹ de B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe, respectivamente.

A solução aplicada duas vezes na semana durante a fase de rustificação (últimos 15 dias do ciclo) foi composta pelo fertilizante cloreto de potássio na concentração de 750 mg L⁻¹ de K e a solução de micronutrientes por ácido bórico, molibdato de sódio e sulfatos de manganês, zinco, cobre e ferro nas concentrações de 4,2; 5,5; 1,7; 0,8; 0,4 e 67 mg L⁻¹ de K, B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe, respectivamente.

Ao final da fase de produção, 12 mudas de cada tratamento foram plantadas em vasos de polietileno com volume de 8 L e distribuídas aleatoriamente em estufa, para acompanhar o desenvolvimento inicial durante 3 meses. O solo usado foi coletado da camada superficial de 0-20 cm de profundidade em áreas da Fazenda Experimental Lageado e quimicamente caracterizado pelo laboratório do Departamento de Ciência do Solo e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônomicas (Tabela 10), identificado como Latossolo Vermelho distrófico, textura média de acordo com Carvalho et al. (1983).

Tabela 10. Análise química do solo utilizado no desenvolvimento das mudas em vaso.

pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³						mg dm ⁻³
4,0	17	3	11	78	0,4	3	2	6	84	7	13

As avaliações constituíram-se de:

a) caracterização morfológica das mudas: ao final de cada ciclo foram avaliados a altura da parte aérea (H), o diâmetro de colo (D), a massa seca da parte aérea (MSA), a massa seca da parte radicular (MSR) e a qualidade do sistema radicular (QR). A partir dessas, foram calculadas a massa seca total (MST), a relação altura/diâmetro (H/D) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Os instrumentos utilizados foram: régua, paquímetro digital, estufa de ventilação forçada e balança digital. Para avaliar o sistema radicular foram adotados três critérios de qualidade para plantio em campo: a) *ótimo* – formado por um torrão ausente de flexibilidade e com presença de raízes novas, apta; b) *bom* – formado por um torrão com alguma flexibilidade e poucas raízes novas, apta; e c) *ruim* – ao sistema radicular com torrão desagregado e inapto.

b) Desenvolvimento das plantas em vaso: mensalmente realizaram-se medições de H e D de todas as plantas, e MSA e MSR de três plantas, obtendo a MST com a soma das massas.

c) Eficiência do manejo hídrico (%): foi avaliada em ambos os experimentos ao final do ciclo de produção das mudas. Para quantificar o volume escoado pelo substrato foi amarrado um saco plástico com elástico. A massa de cada recipiente foi medida antes e depois de cada irrigação em balança eletrônica de precisão de duas casas decimais para quantificar o volume de água aplicado no substrato. O volume de água escoado pelo recipiente após cada irrigação foi coletado dos sacos plásticos e medido em balança eletrônica de precisão de duas casas. A equação utilizada foi: $EH (\%) = [(\text{volume de água aplicado} - \text{volume de água escoado}) / \text{volume de água aplicado}] \times 100$ (FAIN et al., 1998).

Os dados quantitativos foram submetidos ao teste de normalidade, em seguida à análise de variância e, nos casos em que houve diferenças significativas, realizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias. Os dados qualitativos, caso da qualidade do sistema radicular, foi usado o Teste de Goodman para proporções entre e dentro de populações multinomiais.

1.8 Resultados e discussões

1.8.1 Primeiro experimento (ciclo de produção menor)

A eficiência hídrica, para as mudas produzidas no recipiente biodegradável, não foi afetada pela lâmina de irrigação em ambas as irrigações diárias (Tabela 11). No polietileno, a lâmina bruta diária influenciou apenas a irrigação pela manhã, sendo que as mudas produzidas nas lâminas 8 e 11 mm não diferiram entre si, obtendo a maior eficiência.

Tabela 11. Influência do recipiente e manejo de irrigação na eficiência hídrica (%) das mudas de *Handroanthus vellosi*.

Lâmina bruta (mm)	Biodegradável		Polietileno	
	EH1	EH2	EH1	EH2
8	92,1aA	80,8aA	93,3aA	88,7aA
11	89,9aA	77,6aA	90,6aA	67,4bA
14	80,7aA	69,5aA	64,9aB	63,2aA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo recipiente, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

EH1 = Irrigação às 10h; EH2= irrigação às 15h.

Conforme Saad (2009), um melhor aproveitamento do uso de água depende de adoção de critérios de manejo hídrico, sendo que, são raros os produtores no Brasil que aplicam algum tipo de procedimento ou equipamento para o controle da irrigação.

Neste primeiro experimento o ciclo de produção das mudas após o transplântio foi de 84 dias.

As mudas produzidas no recipiente biodegradável apresentaram superioridade ao polietileno nas três lâminas de irrigação, para as variáveis H, D, MSA e IQD. As mudas nos dois recipientes foram semelhantes somente para MSR e MST, na lâmina de 8 mm diários (Tabela 12).

As mudas de *H. vellosi* apresentaram maior crescimento em altura sob lâmina bruta diária de 14 mm, em recipiente de polietileno e de 11 e 14 mm para o recipiente biodegradável. O desenvolvimento em diâmetro não foi afetado pela irrigação.

A relação H/D foi semelhante nas mudas para os dois recipientes, exceção somente para a lâmina de 11 mm diários, maior nas mudas em recipiente

biodegradável. A maior MSA foi encontrada nas mudas produzidas com a maior lâmina em ambos os recipientes, porém, quando se usou o biodegradável a lâmina intermediária assemelhou-se a de 14 mm, assegurando MSA igual. Já para MSR, não ocorreu influência da irrigação, diferentemente das mudas produzidas no recipiente de polietileno, onde a menor lâmina produziu maior biomassa radicular.

Tabela 12. Efeito da interação entre as lâminas brutas diárias e recipientes nas variáveis morfológicas de mudas de *H. vellosi* aos 84 dias após o transplante.

Lâmina (mm)	Recipiente	
	Biodegradável	Polietileno
Altura da parte aérea (cm)		
8	12,5 aB	11,2 bB
11	15,2 aA	10,1 bB
14	15,8 aA	13,2 bA
Diâmetro do colo (mm)		
8	4,04 aA	3,23 bA
11	3,86 aA	3,08 bA
14	4,16 aA	3,35 bA
H/D		
8	3,71 aB	3,79 aB
11	3,96 aA	3,69 bB
14	4,06 aA	4,08 aA
Massa seca aérea (g)		
8	1,57 aB	1,06 bB
11	1,74 aAB	0,93 bB
14	2,08 aA	1,42 bA
Massa seca radicular (g)		
8	1,54 aA	1,73 aA
11	1,92 aA	1,19 bB
14	1,90 aA	1,18 bB
Massa seca total (g)		
8	3,11 aB	2,79 aA
11	3,65 aAB	2,12 bB
14	3,98 aA	2,60 bAB
IQD		
8	0,34 aA	0,28 bA
11	0,34 aA	0,27 bA
14	0,40 aA	0,29 bA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Quanto à MST, as lâminas brutas diárias de 11 e 14 mm possibilitaram massas nas mudas quando se usou o recipiente biodegradável, as quais não diferiram entre si. Já para o recipiente de polietileno, as lâminas diárias de 8 e 14 mm asseguraram massas semelhantes nas mudas.

Neste experimento, o recipiente biodegradável favoreceu mais o desenvolvimento de mudas. Dias (2011) observou que o recipiente biodegradável de 60 cm³ não propiciou o maior desenvolvimento de mudas de *Paratecoma peroba*, sendo que as maiores médias foram obtidas com o uso de recipiente de polietileno de 90 cm³, para altura 10 cm e diâmetro do colo 5,20 mm, aos 90 dias após a semeadura. Dias (2011) também obteve superioridade do recipiente de polietileno para o biodegradável, na MSA, MSR e MST dessa mesma espécie.

A utilização do recipiente biodegradável assegurou um ciclo de produção de mudas, desde a semeadura, aptas ao plantio em 137 dias, sendo que para esta espécie, o ciclo médio de crescimento em recipiente de polietileno é em torno de 180 dias (LORENZI, 2008). Nesta idade as mudas produzidas em recipiente de polietileno não atingiram os critérios mínimos exigidos para altura e diâmetro, segundo Gonçalves et al. (2000), Gomes et al. (2003), Caldeira et al. (2008) e Davide e Faria (2008). Neste sentido, pode-se inferir que mudas produzidas em recipiente biodegradável estariam aptas para plantio apresentando 10 a 15 cm de altura, e 3 a 5 mm de diâmetro, os quais são padrões inferiores ao usado com recipiente de polietileno.

O IQD que avalia a robustez das mudas produzidas não foi influenciado pelas lâminas de irrigação nos dois recipientes.

Nota-se que as mudas produzidas em recipientes de polietileno não atingiram padrões adequados de altura e diâmetro para o plantio em campo (Tabela 12) apesar de apresentarem um sistema radicular apto ao plantio, porém não completamente estruturado (conceito bom) e este não foi influenciado pelas lâminas de irrigação (Tabela 13).

As raízes são fundamentais na síntese de citocininas, sendo que este regulador de crescimento é sintetizado pelos meristemas apicais das raízes, e assim se move para a parte aérea da planta propiciando o seu desenvolvimento (TAIZ e ZERGER, 2009). Por isso os sistemas radiculares não estruturados podem apresentar menor produção de citocininas e conseqüentemente redução da taxa de crescimento das mudas (REIS et al., 2006).

Tabela 13. Condição do sistema radicular de mudas de *H. vellosi* produzidas em recipiente de polietileno aos 84 dias após o transplante.

Lâmina bruta (mm)	Qualidade do sistema radicular (%)	
	Boa	Ótima
8	100,0A	0,0
11	100,0A	0,0
14	100,0A	0,0
Total	100,0	0,0

Teste de Goodman para proporções entre e dentro de populações multinomiais. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as lâminas para cada grupo de classificação e letras minúsculas distintas diferem ($p < 0,05$) quanto à proporção do grupo de classificação dentro de cada lâmina.

1.8.2 Segundo experimento (ciclo de produção maior)

A eficiência hídrica das mudas produzidas em recipiente biodegradável não foi influenciada pelo manejo hídrico em ambas as irrigações diárias (Tabela 14). No recipiente de polietileno, a menor eficiência ocorreu sob a maior lâmina quando da 1ª irrigação do dia, demonstrando maior perda por lixiviação das mudas nesta condição.

Tabela 14. Influência do tipo de recipiente e manejo de irrigação na eficiência hídrica (%) das mudas de *H. vellosi*.

Lâmina bruta (mm)	Biodegradável		Polietileno	
	EH1	EH2	EH1	EH2
8	84,9 aA	83,5 aA	78,9 aA	75,4 aA
11	82,5 aA	90,0 aA	78,0 aA	81,3 aA
14	66,1 aA	74,4 aA	62,3 aB	68,8 aA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

EH1 = Irrigação as 10h, EH2= irrigação as 15h.

A eficiência do manejo hídrico segundo Lea-Cox et al. (2001), depende de fatores como o estágio de desenvolvimento e arquitetura das mudas, a propriedade física do substrato e o volume do recipiente. Além disto, é importante que se adéque a duração do tempo de irrigação para a produção de mudas de qualidade (FERREIRA et al., 1999; MATHERS et al., 2005). Neste experimento o recipiente biodegradável assegurou superioridade nas mudas sob as três lâminas para as variáveis H, D e MSR, com exceção sob a

lâmina de 8 mm, quando a MSR foi superior nas mudas produzidas no recipiente de polietileno. As MSA, MST, H/D e IQD foram semelhantes nas mudas dos dois recipientes (Tabela 15).

Tabela 15. Efeito da interação entre as lâminas brutas diárias e recipientes nas variáveis morfológicas de mudas de *H. vellosi* aos 225 dias após o transplante

Lâmina (mm)	Recipiente	
	Biodegradável	Polietileno
Altura da parte aérea (cm)		
8	18,1 aB	13,7 bB
11	19,2 aB	14,7 bB
14	23,8 aA	18,1 bA
Diâmetro do colo (mm)		
8	5,55 aAB	4,04 bB
11	5,38 aB	4,33 bAB
14	6,05 aA	4,85 bA
H/D		
8	3,34 aB	3,38 aA
11	3,60 aAB	3,43 aA
14	3,89 aA	3,71 aA
Massa seca aérea (g)		
8	1,63 aA	2,00 aA
11	1,64 aA	1,61 aA
14	2,73 aA	2,25 aA
Massa seca radicular (g)		
8	3,45 bA	5,00 aA
11	3,81 aA	4,85 aA
14	4,59 aA	4,25 aA
Massa seca total (g)		
8	5,07 aA	6,99 aA
11	5,45 aA	6,47 aA
14	7,31 aA	6,50 aA
IQD		
8	1,57 aA	1,94 aA
11	1,42 aA	1,77 aA
14	1,87 aA	1,64 aA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para a altura das mudas, a maior lâmina de irrigação proporcionou maior desenvolvimento médio, em ambos os recipientes. Os maiores diâmetros de colo nas mudas foram alcançados quando se usou mais água, 11 e 14 mm diários nos recipientes de

polietileno, mas quando usado o recipiente biodegradável, tanto a lâmina menor quanto a maior não asseguraram diferença no diâmetro do colo.

Delgado (2012) produzindo mudas de *Peltophorum dubium* e Silva (2013) mudas de *Calophyllum brasiliense* obtiveram maiores valores em altura e diâmetro em lâminas intermediárias, sendo, 10 e 11 mm respectivamente. Sabonaro e Galbiatti (2007) averiguaram que a maior lâmina de irrigação resultou nos maiores valores para altura e diâmetro do colo para mudas de *Tabebuia impetiginosa*.

Gasparin (2012) produziu mudas de *Parapiptadenia rigida* sob lâmina de irrigação de 17 mm diários, atingindo altura e diâmetro do colo médios de 25,49 cm e 3,27 mm, respectivamente. Tsukamoto Filho et al. (2013) usando lâmina de irrigação de 12 mm em mudas de *Myracrodruon urundeuva*, obtiveram 10,24 cm de altura e 2,65 mm de diâmetro, 109 dias após a semeadura.

As mudas de *H. vellosi* produzidas em recipiente biodegradável apresentaram maior relação H/D na lâmina 11 e 14 mm diários, e no polietileno não houve diferença estatística entre as lâminas aplicadas. Conforme recomendado por Birchler et al. (1998), os valores observados apresentam padrão para a qualidade das mudas de *H. vellosi*. Campos e Uchida (2002) acrescentam que há um equilíbrio esperado entre a altura e o diâmetro no desenvolvimento pós-plantio. Câmara e Endres (2008) encontraram valores similares do H/D para *Sterculia foetida* e superiores para *Mimosa caesalpiniiifolia*. Caldeira et al. (2013) verificaram H/D entre 12,28 a 20,86 para *Chamaecrista desvauxii*. Valores superiores foram observados por Faria et al. (2013) em *Mimosa setosa*.

Em diferentes espécies, verificou-se IQD inferiores (VENTURA, 2012; RUEDA-SANCHES et al., 2013; SILVA, 2013; TSUKAMOTO FILHO et al., 2013; CARVALHO, 2015), similares (CARVALHO, 2015) e superiores (CRUZ et al., 2006; CARVALHO, 2015) aos desta pesquisa. Essa variação evidencia que o IQD é um parâmetro variável, diferindo-se de acordo com a espécie e o modo que é produzida (CALDEIRA et al., 2013), e quanto maior o IQD, melhor é a qualidade da muda produzida (GOMES et al., 2002).

Apesar das mudas produzidas em recipientes de polietileno estarem com altura abaixo da recomendada para o plantio em campo, 100% das mudas apresentou sistema radicular apto ao plantio, sendo que mais da metade (exceção na lâmina 14 mm) com qualidade ótima (Tabela 16). Observa-se que a qualidade do sistema radicular não sofreu

influência do manejo hídrico. Houve uma melhoria na qualidade das raízes (conceito ótimo) em relação ao 1º experimento (ciclo de 84 dias), o qual nenhuma muda havia atingido este conceito.

Tabela 16. Condição do sistema radicular de mudas de *H. vellosi* produzidas em recipiente de polietileno aos 225 dias após o transplante.

Lâmina bruta (mm)	Qualidade do sistema radicular (%)	
	Boa	Ótima
8	47,1aA	52,9 aA
11	47,4aA	52,6 aA
14	64,8aA	35,3Aa
Total	52,8	47,2

Teste de Goodman para proporções entre e dentro de populações multinomiais. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as lâminas para cada grupo de classificação e letras minúsculas distintas diferem ($p < 0,05$) quanto à proporção do grupo de classificação dentro de cada lâmina.

A quantidade de mudas com sistema radicular com conceito ótimo não foi maior, porque, pode ter sido influenciado pela pilosidade das raízes, as quais aderem no recipiente de plástico, dificultando assim a retirada das mudas. De acordo com Freitas et al. (2005) mudas robustas e que apresentam maior percentual de emissão de raízes são mais aptas a condições de estresse ambiental, garantindo maiores taxas de sobrevivência em campo.

1.8.3 Desenvolvimento em vaso das mudas do ciclo de produção menor

O tipo de recipiente influenciou a altura e diâmetro da mudas ao longo dos 90 dias de plantio, sendo àquelas produzidas no recipiente biodegradável superiores (Tabela 17). Neste recipiente, a medição realizada aos 90 dias pós-plantio foi superior as medições dos meses anteriores.

Nota-se que as mudas de *H. vellosi* produzidas com recipiente biodegradável em ciclo menor que o convencional, mostrou capacidade de adaptação ao plantio, uma vez que, sua sobrevivência e desenvolvimento foram satisfatórios (Tabela 17). Ao manter a arquitetura natural do sistema radicular da muda quando plantada com o recipiente biodegradável, evita-se o estresse mecânico com a retirada da muda do recipiente, e quando as mudas com quantidade reduzida de raízes são estressadas hidricamente, não conseguem absorver água suficiente pelo sistema radicular para balancear as perdas por

transpiração (GONÇALVES e BENEDETTI, 2000). Corroborando com esta afirmação, Bigras (1997) observou que a sobrevivência das mudas em campo de *Picea nariana* correlaciona-se com o potencial hídrico radicular.

Tabela 17. Desenvolvimento em vaso de *H. vellosi*, de ciclo de 84 dias.

Recipiente	início	30 dias	60 dias	90 dias
	Altura (cm)			
Biodegradável	14,4 cA	14,4 cA	16,0 bA	18,4 aA
Polietileno	12,2 bB	12,2 bB	12,9 bB	14,1 aB
Diâmetro (mm)				
Biodegradável	3,95 dA	4,23 cA	4,80 bA	5,35 aA
Polietileno	3,14 dB	3,51 cB	4,00 bB	4,34 aB
Massa seca aérea (g)				
Biodegradável	1,31 cA	1,62 bcA	2,43 bA	4,45 aA
Polietileno	0,78 bA	1,06 bA	1,26 bB	3,54 aB
Massa seca radicular (g)				
Biodegradável	1,43 bA	2,26 bA	2,94 bA	5,05 aA
Polietileno	1,20 bA	1,53 bA	1,67 bB	2,49 aB
Massa seca total (g)				
Biodegradável	1,43 cA	3,76 bcA	5,37 bA	9,50 aA
Polietileno	1,20 cA	2,60 bA	2,93 bB	6,03 aB

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tsakaldimi et al (2005) ao estudarem duas espécies de carvalho (*Quercus ilex* L. e *Quercus coccifera* L.) em diferentes tipos de recipientes (*paper-pot* a base de papel biodegradável; *quickpot* – plástico rígido; *plantek* – plástico rígido) observaram que os recipientes influenciaram a qualidade das mudas e seu desempenho em campo no 2º ano pós-plantio. E o *paper-pot* além de produzir mudas de qualidade superior, também proporcionou a proteção do sistema radicular, acarretando em melhor desempenho em campo.

As massas secas das mudas de *H. vellosi* apresentaram diferença significativa entre os recipientes a partir de 60 dias pós-plantio, sendo as mudas produzidas no recipiente biodegradável com desenvolvimento superior. E em cada recipiente, as três massas secas resultaram em maiores valores em 90 dias pós-plantio.

O desenvolvimento superior do diâmetro e da massa seca radicular das mudas em recipiente biodegradável é essencial para a adaptação em campo, que, segundo Jacobs et al. (2004), o diâmetro colabora com o crescimento das raízes da planta.

1.8.4 Desenvolvimento em vaso das mudas de ciclo de produção maior

O recipiente biodegradável proporcionou maior altura das mudas ao longo dos meses. Para o diâmetro, as mudas em recipiente biodegradável foram maiores no início do plantio, já aos 30 dias pós-plantio o diâmetro se igualou às plantas produzidas em recipiente de polietileno (Tabela 18).

Tabela 18. Desenvolvimento em vaso de *H. vellosi*, de ciclo de 225 dias.

Recipiente	início	30 dias	60 dias	90 dias
	Altura (cm)			
Biodegradável	22,4 dA	26,9 cA	32,6 bA	38,4 aA
Polietileno	18,2 dB	21,9 cB	25,3 bB	31,0 aB
Diâmetro (mm)				
Biodegradável	5,11 dA	5,84 cA	7,11 bA	8,19 aA
Polietileno	4,48 dB	5,40 cA	6,46 bA	7,95 aA
Massa seca aérea (g)				
Biodegradável	3,24 bA	6,25 bA	7,60 bA	17,28 aA
Polietileno	2,25 cA	4,01 bcA	7,23 abA	10,87 aB
Massa seca radicular (g)				
Biodegradável	4,68 bA	6,19 bA	7,72 abA	12,08 aA
Polietileno	5,30 abA	5,19 bA	5,30 abA	8,48 aB
Massa seca total (g)				
Biodegradável	4,68 cA	12,44 bcA	15,32 bA	29,35 aA
Polietileno	5,30 cA	9,20 bcA	12,53 abA	17,63 aB

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As massas secas (aérea, radicular e total) foram similares entre os recipientes até os 60 dias pós-plantio. Aos 90 dias pós-plantio as mudas produzidas em recipiente biodegradável apresentaram maior desenvolvimento.

A sobrevivência das mudas em campo também está relacionada com a época de plantio e adaptação das espécies ao local de plantio (RADOGLU et al., 2003). Por isso é importante produzir mudas de qualidade e com um sistema radicular bem estruturado com presença de raízes novas. O sucesso ocorre quando uma muda recém plantada começa o crescimento do sistema radicular que extrapola o raio de plantio. Neste contexto, o tamanho e a qualidade do sistema radicular é um fator primordial para o estabelecimento das mudas em

campo, pois influencia na capacidade de absorção de água e minerais do solo, que são dois fatores vitais para o desenvolvimento das mudas (MATTSSON, 1991; GROSSNICKLE, 2005).

O plantio utilizando as mudas com ciclo de produção maior nos dois recipientes teve desempenho e estabelecimento satisfatório, por outro lado, o uso de mudas com recipiente biodegradável no ciclo maior acarreta em mais custos, uma vez que esse recipiente pode reduzir o ciclo de produção da espécie e aumentar a capacidade produtiva do viveiro.

1.9 Conclusões

O uso do recipiente biodegradável proporcionou a redução do ciclo de produção de mudas de *H. vellosi* em 141 dias .

No menor ciclo de produção, a lâmina mais adequada foi de 11 mm diários para as mudas em recipiente biodegradável e 8 mm diários no recipiente de polietileno.

No maior ciclo de produção, a lâmina mais adequada foi de 14 mm diários para as mudas em recipiente biodegradável e 11 mm diários no recipiente de polietileno.

As mudas produzidas em recipiente biodegradável tiveram maior desenvolvimento em vaso para ambos os ciclos, de 84 e 225 dias.

1.10 Referências bibliográficas

BIGRAS F.J. Root cold tolerance of black spruce seedlings: viability tests in relation to survival and regrowth, **Tree Physiology**, v.17, p. 311–318, 1997.

BIRCHLER, T.; ROSE, R.W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parâmetros definitorios e implementación practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, v.7, n.1-2, p.109-121, 1998.

BRASIL. **Instrução Normativa SDA n. 31**: Métodos analíticos oficiais para análise de substratos para plantas e condicionadores de solo. Brasília: Diário Oficial da União, 2008. 7 p.

CALDEIRA, M.V.W.; DELARMELINA, W.M.; FARIA, J.C.T.; JUVANHOL, R.S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.1, p.31-39, 2013.

CALDEIRA, M.V.W.; ROSA, G.N. da; FENILLI, T.A.B.; HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.1, p.27-33, 2008.

CÂMARA, C.A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa caesalpinifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Floresta**, v. 38, n. 1, 2008.

CAMPOS, M.A.A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesq. agropec. bras.**, v.37, n.3, p.281-288, 2002.

CARVALHO, J.A.de. **Riqueza, divergência genética e padrão de qualidade morfológica de mudas de espécies nativas florestais produzidas em Minas Gerais**. 2015. 246f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

CARVALHO, W. A.; ESPINDOLA, C. R.; PACOLLA, A. A. **Levantamento de solos da fazenda Lageado - estação experimental “Presidente Médice”**. Botucatu: UNESP-Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1983. 95 p.

CRUZ, C.A.F.; PAIVA, H.N.de; GUERRERO, C.R.A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.4, p.537-546, 2006.

CUNHA, A.O.; ANDRADE, L.A.de; BRUNO, R.L.A.; SILVA, J.A.L.da; SOUZA, V.C.de. Efeitos de substratos e dimensões de recipientes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. (Eds). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. 1. ed. Lavras: MG, UFLA, 2008, cap.2, p.83-94.

DELGADO, L.G.M. **Produção de mudas nativas sob diferentes manejos hídricos**. 2012. 99p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

DIAS, B.A.S. **Análise comparativa de tubetes biodegradáveis e de polietileno na produção de mudas de *Paratecoma peroba* (Record&Mell) Kuhlm.** 2011. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

ESPÍRITO SANTO, F.S. do; SILVA CASTRO, M.M. da; RAPINI, A. Two new species of *Handroanthus* Mattos (Bignoniaceae) from the state the Bahia, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.26, n.3, p.651-657, 2012.

FAIN, G. B.; TILT, K. M.; GILLIAM, C. H.; PONDER, H. G.; SIBLEY, J. F. Effects of cyclic micro-irrigation and substrate in pot-in-pot production. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington DC, v. 16, n. 4, p. 215-218, 1998.

FARIA J.C.T.; CALDEIRA, M.V.W.; DELARMELINA, W.M.; GONÇALVES, E.O. Uso de resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Mimosa setosa*. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 33, n. 76, p. 409-418, 2013.

FERREIRA, C.A.G.; DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R.de. Relações hídricas em mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook., em tubetes, aclimatadas por tratamentos hídricos. **Revista Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p.95-104, 1999.

FREITAS, T.A.S.de; BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G.A.; PENCHEL, R.M.; LAMÔNICA, K.R.; FERREIRA, D.A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v.29, n.6, p.853-861, 2005.

FREITAS, T.A.S.de; BARROSO, D.G.; SOUZA, L.S.; CARNEIRO, J.G.A. Efeito da poda de raízes sobre o crescimento das mudas de eucalipto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n. 1, p.1-6, 2009.

FRIZZONE, J.A.; de FREITAS, P.S.L.; REZENDE, R.; de FARIA, M.A. Necessidade de irrigação. In: **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. Maringá: Eduem, 2012, capítulo 4, p.141-195.

GASPARIN, E. **Armazenamento de sementes e produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan**. 2012. 158p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2012.

GONÇALVES, J. L. N; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427 p.

GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P.; MANARA, M.P. 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, 2000. Cap. 11, p.309-350.

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

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K.** 2001.166f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

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

GROSSNICKLE, S. C. Relationship between freezing tolerance and shoot water relations of western red cedar. **Tree Physiology**, v.11, p.229–240, 1992.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v. 28, n. 6, p. 1069-1076, 2004.

HARDT, E.; PEREIRA-SILVA, E.F.L.; ZAKIA, M.J.B.; LIMA, W.P. Plantios de restauração de matas ciliares em minerações da Bacia do Rio Corumbataí: eficácia na recuperação da biodiversidade. **Scientia forestalis**, Piracicaba, n. 70, p. 107-123, 2006.

JACOBS, D.F.; WILSON, B.C.; DAVIS, A.S. Recent trends in hardwood seedling quality assessment. In: RILEY, L.E.; DUMROESE, R.K.; LANDIS, T.D. technical coordinators. **National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations-2003.** USDA Forest Service Rocky Mountain Research Station Proceedings RMRS-P-33 (140-144), 2004.

LEA-COX, J. D.; ROSS, D. S.; TEFFEAU, K. M. A water and nutrient management planning process for container nursery and greenhouse production systems in Maryland. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington DC, v. 19, n. 4, p. 226-229, 2001.

LELES, P.S.dos S.; LISBOA, A.C.; OLIVEIRA NETO, S.N. de; GRUGIKI, M.A.; FERREIRA, M.A. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Floresta e Ambiente**, v.13, n.1, p. 69 - 78, 2006

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 5. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. v.1, 384p.

MATHERS, H. M.; YEAGER, T. H.; CASE, L. T. Improving irrigation water use in container nurseries. **HortTechnology**, v. 15, n. 1, p. 8-12, 2005.

MATTSSON, A. Root growth capacity and field performance of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings. **Scand. J. For. Res.**, v.6, p.105–112, 1991.

MODNA, D.; DURIGAN, G. ; VITAL, M. V. C. *Pinus elliottii* Engelm como facilitadora da regeneração natural em mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 85, p. 73-83, 2010.

OLIVEIRA FILHO, A. T. et al. Espécies de ocorrência do domínio atlântico e do cerrado. In: OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R.(Ed.). **Inventário Florestal de Minas Gerais: Espécies Arbóreas da Flora Nativa**. Lavras: UFLA, 2008. cap. 5, p.217-418.

OLIVO, V. B.; BUDUBA, C. G. Influence of six substrates in *Pinus ponderosa* grown in containers under greenhouse conditions. **Bosque**, v. 27, n. 3, p. 267-271, 2006.

RADOGLOU, K.; RAFTOYANNIS, Y.; HALIVOPOULOS, G. The effects of planting date and seedling quality on field performance of *Castanea sativa* Mill. and *Quercus frainetto* Ten. Seedlings. **Forestry**, v. 76, n. 5, p.569-578, 2003.

REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; FONTAN, I.C.I.; MONTE, M.A.; GOMES, A.N.; OLIVEIRA, C.H.R.; Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus* spp. submetidos a dois regimes de irrigação no campo. **Revista Árvore**, v.30, n.6, p.921-931, 2006.

RUEDA-SÁNCHEZ, A.; BENAVIDES-SOLORIO, J.D.; SAENZ-REYEZ, J.T.; FLORES, H.J.M.; PRIETO-RUIZ, J.A.; GUTIÉRREZ, G.O. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. **Rev. Mex. Cien. For.**, v.5, n.22, p.58-73, 2013.

SAAD, J.C.C. Fundamentos e critérios para o manejo da irrigação. In: SALOMÃO, L.C.; SANCHES, L.V.C. SAAD, J.C.C.; BÔAS, R.L.V. **Manejo de irrigação: um guia prático para o uso racional da água**. Botucatu: FEPAF, 2009, capítulo 1, p. 1-13.

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

SILVA, R.B.G da. **Manejo hídrico sobre o desenvolvimento e a qualidade de mudas florestais nativas em ambientes protegidos**. 2013. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciência Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

SILVA, R.B.G. da; SILVA, M.R.da. Nursery water management on initial development and quality of *Piptadenia gonoacantha* seedlings. **Scientia forestalis**, v.43, n.105, p. 91-100, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Citocininas: Reguladores da divisão celular. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009, 4 ed., cap. 21, p.605-633.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Nutrição Mineral. In: _____. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013, 5 ed., cap. 3, p.67-81.

TSAKALDIMI, M.; ZAGAS, T.; TSITSONI, T.; GANATSAS, P. Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two Mediterranean evergreen oak species raised in different container types. **Plant and Soil**, v. 278, p.85–93, 2005.

TSUKAMOTO FILHO, A.A.; CARVALHO, J.L.O.; COSTA, R.B.; DALMOLIN, A.C.; BRONDANI, G.E. Regime de regas e cobertura de substrato afetam o crescimento inicial de mudas de *Myracrodruon urundeuva*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica/RJ, v.20, n.4, p. 521-529, 2013.

VENTURA, M.J.S. **Compensação da fertilização de base de mudas de *Colubrina glandulosa* Perkins e *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos produzidas em tubetes.** 2012. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

WIGHTMAN, K.E.; SHEAR, T.; GOLDFRAB, B.; HAGGAR, J. Nursery and field establishment techniques to improve seedling growth of three costa rican hardwoods. **New Forest**, v.22, p.75–96. 2001.

**CAPÍTULO III: INFLUÊNCIA DO TIPO DE RECIPIENTE E DO MANEJO
HÍDRICO NA QUALIDADE DE MUDAS DE *ESENBECKIA LEOCARPA* ENGLER E
NO DESENVOLVIMENTO INICIAL EM VASO**

Resumo: Pesquisas com o uso de recipientes biodegradáveis para produção de mudas florestais nativas ainda é incipiente, assim como o manejo de irrigação. O objetivo do trabalho foi comparar o desenvolvimento de mudas e identificar o melhor manejo hídrico em recipiente biodegradável (*Ellepot*®) e de polietileno e comparar o desenvolvimento inicial em vaso. O trabalho constituiu-se de 2 experimentos, sendo o primeiro com ciclo menor de dias (indicado para o recipiente biodegradável), e outro com ciclo maior (indicado para o recipiente de polietileno). Os experimentos constituíram-se de fatorial 2x3, correspondendo a dois tipos de recipientes: polietileno e biodegradável e três lâminas brutas de irrigação (8, 11 e 14 mm). As características avaliadas foram: eficiência hídrica, altura, diâmetro do colo e massas secas (aérea, radicular e total) e as relações altura/diâmetro e Índice de Qualidade de Dickson das mudas e desenvolvimento inicial em vaso. Os dados foram submetidos à Anova seguidos do Teste de Tukey a 5% (dados quantitativos) e o Teste de Goodman para proporções entre e dentro de populações multinomiais (dados qualitativos). Concluiu-se que o menor ciclo de produção foi o mais adequado para ambos os recipientes. No ciclo de produção menor, a lâmina mais adequada foi de 11 mm diária para as mudas no recipiente biodegradável e 8 mm no recipiente de polietileno. No maior ciclo de produção, a lâmina mais adequada foi de 8 mm para produção das mudas nos dois recipientes. As mudas do recipiente biodegradável tiveram maior desenvolvimento em vaso para ambos os experimentos.

Palavras-chave: viveiros florestais, garantã, sustentabilidade, lâmina d'água, tubetes biodegradáveis.

1.11 Introdução

O desmatamento de florestas nativas é um problema mundial em que os remanescentes florestais são transformados em áreas de agropecuária e especulação imobiliária (FERRAZ e ENGEL, 2011; TAKOUTSING et al., 2013). Em função disto, os programas de restauração ecológica são cada vez mais necessários e urgentes, conjuntamente, as ações humanas devem atuar como fonte estabilizadora das atividades de degradação dos recursos ambientais e proteção da fauna, e acelerar e direcionar a sucessão ecológica (ENGEL e PARROTA, 2008; JACOBS et al., 2012).

No que se refere à produção de mudas de espécies florestais nativas, com o objetivo de tentar reverter à situação que atualmente se encontram os fragmentos de remanescentes florestais, o conhecimento básico das espécies, a fertilização e irrigação das mudas com uso de substratos de cultivo adequados e melhores recipientes, são fatores essenciais para a definição de uma conduta adequada para produção de mudas saudáveis (BATISTA, 2009; GULCU et al., 2010; KOSTOPOULOU et al., 2011).

Os viveiros florestais devem garantir além da produção de mudas de alta qualidade, que terão por finalidade o sucesso dos plantios, visar à sustentabilidade do setor com o emprego de práticas sustentáveis como uso racional de água, utilização de materiais degradáveis, otimização e planejamento das atividades, sendo estes fatores aliados da produção e que colaboram para qualidade das mudas.

A utilização de recipientes biodegradáveis é uma alternativa desafiadora e atraente em substituição aos recipientes de plástico rígido (BRIASSOULIS, 2006). Os materiais biodegradáveis logo após a sua vida útil são incorporados ao solo e assimilados por microrganismos. Dessa forma, retornam ao ecossistema natural não causando nenhum tipo de poluição e danos ao ambiente (NARAYAN, 2001; STEVENS, 2002).

Outros pontos positivos com o uso de recipientes biodegradáveis são: a possibilidade de incorporação de adubo ou fitorreguladores na formulação, e de introduzir fungicidas e/ou bactericidas, diminuindo assim os problemas ocorridos no viveiro (IATAURO, 2001); a redução do tempo de permanência das mudas no viveiro, que possibilita o plantio precoce e o aumento da capacidade produtiva do viveiro (IATAURO, 2004); o melhor e mais rápido desenvolvimento das mudas no campo com menor estresse no momento do plantio, devido à integridade das raízes que podem ultrapassar as paredes, pois o material é poroso (IATAURO, 2001).

Os produtores de mudas florestais devem aplicar práticas sustentáveis, uma vez que, precisam atender as exigências de irrigação da planta (STABLER e MARTIN, 2000), e também, como enfrentam restrições quanto ao uso de água, esta deve ser utilizada racionalmente, adotando práticas de manejo hídrico e desenvolvendo pesquisas de conservação da água (MATHERS et al., 2005; MANGIAFICO et al., 2008).

Para que possa utilizar racionalmente o recurso água, Lea-Cox et al. (2001) afirmaram que a eficiência do manejo hídrico para produzir as mudas depende de fatores como o estágio de desenvolvimento e arquitetura das mudas, a propriedade física do substrato e volume do recipiente. Ferreira et al. (1999) e Mathers et al. (2005) citam também a importância da duração do tempo de irrigação adequado para a produção de mudas de qualidade.

A espécie *Esenbeckia leiocarpa* Engler (Rutaceae), conhecida popularmente como guarantã (LORENZI, 2008), apresenta ocorrência no Bioma Pantanal no

Pantanal Mato-Grossense (MS), e o Bioma Mata Atlântica na Floresta Estacional Semidecidual e na Floresta Ombrófila Densa (CARVALHO, 2003). Esta espécie é caracterizada como secundária tardia (DURIGAN e NOGUEIRA, 1990) a clímax (FERRETI et al., 1995), sendo presente em estágios finais de sucessão. É típica de solos de textura arenosa, porém férteis. Em plantios de recuperação florestal de áreas de preservação permanente, pode ser utilizada em adensamento destes ambientes (CARVALHO, 2003).

A necessidade de informações para produzir mudas nativas em recipientes biodegradáveis e conhecer o manejo hídrico mais apropriado, levou a instalação deste experimento que tem por objetivos: *a)* comparar o desenvolvimento de mudas de *Esenbeckia leiocarpa* em recipientes biodegradável e de polietileno; *b)* identificar o melhor manejo hídrico para cada recipiente; *c)* comparar o desenvolvimento inicial das mudas em vasos.

1.12 Material e métodos

A pesquisa englobou dois experimentos, ambos comparando dois tipos de recipientes. O primeiro ciclo de produção menor, isto porque as mudas do recipiente biodegradável podem ser enviadas precocemente para plantio em campo, pois é plantado com a muda, portanto, o sistema radicular, protegido pelo recipiente, não necessita estar totalmente estruturado. O ciclo maior corresponde ao indicado para as mudas produzidas no recipiente de polietileno, já que neste caso há necessidade da retirada do recipiente para o plantio e, o sistema radicular deve estar bem estruturado, para evitar danos à muda.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente ao acaso, dispostos no esquema fatorial 2x3, composto por quatro parcelas de 10 mudas, totalizando 40 plantas por tratamento em cada experimento. Os fatores estudados foram recipientes e lâminas brutas diárias de irrigação, a saber:

a) Recipientes: tubete de polietileno com capacidade em volume de 120 cm³ e estrias internas salientes e recipiente biodegradável a base de papel degradável da marca *Ellepot*® com capacidade em volume de 160 cm³. Como suporte para ambos foram usadas bandejas planas de polietileno e, dispostos na densidade de plantas de 236 m⁻²

b) Lâminas brutas de irrigação: 8, 11 e 14 mm, fracionadas em duas irrigações diárias cada, as 10:00 e as 15:00 h, aplicadas por microaspersores com vazão de 200 L h⁻¹ com acionamento automático.

A pesquisa foi realizada de fevereiro a dezembro de 2014, em viveiro suspenso e setorizado localizado nas coordenadas 22°51'03'' de latitude Sul e 48°25'37'' longitude Oeste, altitude média de 840 m e clima do tipo *Cwa*, segundo classificação de *Wilhelm Köppen*, e com precipitação média anual de 1.358 mm,

O substrato usado foi um produto comercial constituído por turfa de *Sphagnum*, vermiculita e casca de arroz carbonizada na proporção 2:1:1 (base volume). As características físicas do substrato foram determinadas de acordo com Guerrini e Trigueiro (2004) e as características químicas segundo Brasil (2008) (Tabela 19).

Tabela 19. Características físicas e químicas do substrato a ser usado.

Características físicas	Porosidade (%)			Retenção de água (mL/tubete)
	Macro	Micro	Total	
	24,2	59,3	83,4	54,6
Características químicas	Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)			pH
	0,5			

Ao substrato foi adicionada uma adubação de base com os fertilizantes solúveis Yoorin[®] Master 1S e Fosmag[®] 500B e de liberação controlada Osmocote[®], com formulação N-P-K 19:6:10. Fornecendo macronutrientes nas dosagens de 42,3; 69; 31,3; 25,2; 48,2 e 18 mg/tubete de N, P, K, S, Ca e Mg, respectivamente, e micronutrientes nas dosagens de 0,3; 0,1; 0,6; 18,4 e 1 mg tubete⁻¹ de B, Cu, Mn, Si e Zn, respectivamente.

A semeadura foi realizada em 23 de dezembro de 2013 em sistema de *plugs* de 7 cm³. Após 50 dias, quando as plântulas apresentavam em média 9,0 cm de altura foram transplantadas para os recipientes. Permaneceram mais duas semanas em casa de vegetação, para em seguida serem conduzidas à área de aplicação dos manejos hídricos. As bandejas foram alocadas em canteiros suspensos com cobertura de plástico difusor para controle da precipitação.

Durante este período, as adubações de crescimento e rustificação foram realizadas duas vezes por semana com uma lâmina bruta diária de 4 mm de solução nutritiva aplicada via ferti-irrigação em todos os tratamentos. A solução de crescimento foi composta pelos fertilizantes monoamôniofosfato purificado, sulfato de magnésio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio e uréia nas concentrações de 488; 155,4; 328,1; 312; 72,2 e 98,8 mg L⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente e a solução de micronutrientes por ácido bórico, molibdato de sódio e sulfatos de manganês, zinco, cobre e ferro nas concentrações de 3; 3,9; 1,2; 0,6; 0,3 e 48 mg L⁻¹ de B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe, respectivamente.

A solução de rustificação foi aplicada duas vezes na semana nos 15 dias finais de cada ciclo e foi composta pelo fertilizante cloreto de potássio na concentração de 750 mg L⁻¹ de K e por ácido bórico, molibdato de sódio e sulfatos de manganês, zinco, cobre e ferro nas concentrações de 4,2; 5,5; 1,7; 0,8; 0,4 e 67 mg L⁻¹ de K, B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe, respectivamente.

Ao final de cada ciclo de produção, 12 mudas por tratamento de cada experimento foram plantadas em vasos com volume de 8 L e distribuídas aleatoriamente em uma estufa para acompanhar o desenvolvimento inicial durante 3 meses. O solo utilizado foi caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico, textura média (CARVAHO et al., 1983), coletado da camada superficial (0-20 cm de profundidade) e sua análise química encontra-se na Tabela 20.

Tabela 20. Análise química do solo utilizado no desenvolvimento das mudas em vaso.

pH	M.O.	P_{resina}	Al³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³						mg dm ⁻³
4,0	17	3	11	78	0,4	3	2	6	84	7	13

As avaliações constaram de:

1) desenvolvimento e qualidade das mudas ao final de cada experimento altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (D), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca da parte radicular (MSR), qualidade do sistema radicular (QR). A partir dessas, foram calculadas a massa seca total, a relação altura/diâmetro (H/D) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD). A qualidade do sistema radicular foi avaliada somente nas mudas produzidas no polietileno, pois somente

nestas o recipiente é retirado para o plantio. Foram adotados três critérios de qualidade do sistema radicular para plantio em campo: a) *ótimo/apto* – ao formado por um torrão ausente de flexibilidade e com presença de raízes novas; b) *bom/apto* – ao formado por um torrão com alguma flexibilidade e poucas raízes novas; e c) *ruim/inapto* – ao sistema radicular com torrão desagregado e inapto ao plantio em campo.

2) Eficiência do manejo hídrico: ao final de ciclo de produção das mudas foram coletados dados de 12 amostras e aplicada a seguinte equação citada em Fain et al. (1998):

$$EH(\%) = [(\text{volume de água aplicado} - \text{volume de água escoado}) / \text{volume de água aplicado}] \times 100$$

Para quantificar o volume escoado pelo substrato foi amarrado um saco plástico com elástico no recipiente. A massa de cada recipiente foi medida antes e depois de cada irrigação em balança eletrônica de precisão de duas casas decimais. O volume de água escoado pelo recipiente após cada irrigação foi coletado dos sacos plásticos e medido em balança eletrônica de precisão de duas casas.

3) desenvolvimento das plantas pós-plantio em vaso: avaliado mensalmente as variáveis H, D, MSA, MSR e calculado MST.

Os dados quantitativos foram submetidos ao teste de normalidade, em seguida à análise de variância e, nos casos em que houve diferenças significativas, realizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias. Para os dados qualitativos (qualidade do sistema radicular) foi usado o Teste de Goodman para proporções entre e dentro de populações multinomiais.

1.13 Resultados e discussões

1.13.1 Primeiro experimento (ciclo de produção menor)

Aos 155 dias após o transplante, as mudas do recipiente biodegradável estavam aptas para o plantio em campo.

A eficiência hídrica foi semelhante nas lâminas de irrigação aplicadas, quando usado o recipiente biodegradável. Houve uma diferença de eficiência na lâmina de 8 mm entre a 1^a e 2^a irrigação, sendo maior na 1^a.

No polietileno, houve influência da lâmina bruta diária, somente na 2ª irrigação do dia, sendo que a lâmina de 14 mm apresentou eficiência inferior a de 8 mm e a lâmina de 11mm apresentou eficiência intermediária (Tabela 21).

Tabela 21. Influência do tipo de recipiente e manejo de irrigação na eficiência hídrica (%) das mudas de *Esenbeckia leiocarpa*.

Lâmina bruta (mm)	Biodegradável		Polietileno	
	Eh1	Eh2	Eh1	Eh2
8	84,1 aA	63,0 bA	70,6 aA	65,0 aA
11	82,6 aA	70,3 aA	81,4 aA	62,6 aAB
14	65,1 aA	78,4 aA	55,9 aA	48,1 aB

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Eh1 = Irrigação às 10h, Eh2= irrigação às 15h.

A importância ecológica da água para as plantas está relacionada direta ou indiretamente nos processos de desenvolvimento, como exemplo, a fotossíntese que diminui drasticamente com o aumento do estresse hídrico (LANDIS, 1989). Portanto, o manejo de irrigação é o aspecto mais crítico das operações de um viveiro florestal (LANDIS e WILKINSON, 2009).

Determinar o manejo de irrigação é muito importante para o planejamento dos viveiros florestais, porque, uma irrigação deficitária pode acarretar problemas no desenvolvimento das mudas ou até a sua morte, e o excesso também é problemático, pois é a principal causa de doenças do sistema radicular e colabora para outros problemas do crescimento das plantas. A irrigação adequada é essencial para a produção de mudas em recipientes, pois as raízes ficam limitadas no recipiente, e é altamente dependente da água de irrigação que chega ao substrato (LANDIS e WILKINSON, 2009).

A eficiência do manejo hídrico deve ser vista com critérios, pois ela isoladamente pode levar a falsa impressão de que sempre o manejo mais adequado é aquele que apresentar uma maior eficiência. É preciso avaliar o desenvolvimento da planta para saber se este alto valor de eficiência não está refletindo uma irrigação deficitária (SILVA, 2013).

Observa-se que o manejo hídrico influenciou a altura das mudas somente quando usado o recipiente biodegradável (Tabela 22), sendo que as lâminas 11 e 14 mm diárias produziram mudas maiores e semelhantes entre si. Em todas as lâminas, o

biodegradável propiciou maior altura das mudas. Não houve influência do manejo hídrico sobre o diâmetro em ambos os recipientes. Já o recipiente teve influência significativa, sendo as mudas produzidas em recipiente biodegradável superiores.

Tabela 22. Efeito da interação entre as lâminas brutas diárias e recipientes nas variáveis morfológicas de mudas de *Esenbeckia leiocarpa* aos 155 dias após o transplante.

Lâmina (mm)	Recipiente	
	Biodegradável	Polietileno
Altura da parte aérea (cm)		
8	12,8 aB	11,6 bA
11	14,1 aA	11,6 bA
14	14,3 aA	12,5 bA
Diâmetro do colo (mm)		
8	3,48 aA	3,08 bA
11	3,56 aA	3,15 bA
14	3,56 aA	3,06 bA
H/D		
8	3,71 aB	3,79 aB
11	3,96 aA	3,69 bB
14	4,06 aA	4,08 aA
Massa seca aérea (g)		
8	1,43 aA	1,06 bA
11	1,36 aA	1,05 bA
14	1,67 aA	1,15 bA
Massa seca radicular (g)		
8	0,63 aA	0,58 aA
11	0,67 aA	0,52 bA
14	0,79 aA	0,58 bA
Massa seca total (g)		
8	2,06 aA	1,63 bA
11	2,04 aA	1,56 bA
14	2,46 aA	1,72 bA
IQD		
8	0,34 aA	0,28 bA
11	0,34 aA	0,27 aA
14	0,40 aA	0,29 bA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Considerando o diâmetro do colo, muitas pesquisas têm evidenciado que quanto maior esta variável, maior é sua sobrevivência em campo (McGRATH e DURYEA, 1994; ROSE e KETCHUM, 2003; MORRISSEY et al., 2010). Isto porque, o

diâmetro, indiretamente, confere uma série de atributos desejáveis à planta (ou seja, absorção de água pelas raízes, transporte de água – tronco), que são considerados parâmetros da arquitetura hidráulica da planta para desempenhar um papel na sobrevivência em épocas de seca (McDOWELL et al., 2008). Mudanças com maiores diâmetro e quantidade de raízes, apresentam menos sintomas de estresse no plantio (HAASE e ROSE, 1993). Entretanto, a relação maior diâmetro das mudas, maior extensão do sistema radicular e maior sobrevivência em campo não é uma regra universal (GROSSNICKLE, 2012).

A relação H/D foi influenciada pelo recipiente e manejo hídrico. As mudas produzidas sob lâmina bruta diária de 11 e 14 mm propiciaram a maior relação H/D para o recipiente biodegradável, e a de 14 mm para o recipiente de polietileno. Apenas na lâmina de 11 mm diária houve diferença entre os recipientes, sendo o biodegradável com maior H/D. Os valores da relação H/D variaram de 3,79 a 4,08, representando um padrão ideal para a qualidade das mudas segundo Birchler et al. (1998), pois são inferiores a 10. Seguindo este padrão, o manejo hídrico não interferiu no desenvolvimento das massas secas aérea, radicular e total das mudas. Já o tipo de recipiente apresentou diferença no desenvolvimento das mudas, com biodegradável com maiores valores em MSA, MSR e MST.

O Índice de Qualidade de Dickson das mudas não foi influenciado sob lâmina bruta diária para ambos os recipientes. A influência do recipiente foi observada nas lâminas 8 e 14 mm diárias, a qual confirma a superioridade nas mudas com o uso do recipiente biodegradável. Segundo Sáenz et al. (2010), os valores se enquadram em um IQD médio, e estes, quanto maiores, melhor predizem o potencial de sobrevivência e desenvolvimento em campo (MAÑAS et al., 2009). Carvalho (2015) verificou para *Psidium guajava* valores de IQD que variaram entre 0,56 a 2,09. Para *Murraya paniculata*, Trazzi et al. (2012) verificam índice de 0,11 a 0,49. Freitas et al. (2012) averigaram um IQD de 0,68 – 0,78 para *Sclerobium paniculatum*.

Com a preservação da arquitetura natural do sistema radicular quando se usa o recipiente biodegradável, a redução do ciclo de produção de mudas é uma grande vantagem. Porém, com a redução do ciclo, o padrão da muda também altera (menor altura e diâmetro) quando comparado ao padrão das mudas produzidas em recipiente de polietileno, que em função da necessidade de ter um sistema radicular totalmente estruturado, precisa de um ciclo maior, o que acaba refletindo em um maior desenvolvimento também da parte aérea.

Todavia, para *E. leiocarpa* as mudas produzidas em recipiente de polietileno, com o ciclo de produção de 155 dias, já apresentaram uma estruturação adequada das raízes, com mais da metade das mudas com sistema radicular de ótima qualidade (Tabela 23).

Para Taiz e Zeiger (2004), o crescimento radicular depende da disponibilidade de água e nutrientes no microambiente, os quais circundam a raiz, local denominado de rizosfera. Se este local é pobre em nutrientes ou muito seco, o desenvolvimento radicular será lento, afetando o crescimento da planta.

Tabela 23. Condição do sistema radicular das mudas de *Esenbeckia leiocarpa* produzidas em recipiente de polietileno aos 155 dias após o transplante.

Lâmina bruta (mm)	Qualidade do sistema radicular (%)	
	Boa	Ótima
8	60,0 aA	40,0 aA
11	36,8 aB	63,2 aA
14	31,6 aC	68,4 aA

Teste de Goodman para proporções entre e dentro de populações multinomiais. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as lâminas para cada grupo de classificação e letras minúsculas distintas diferem ($p < 0,05$) quanto à proporção do grupo de classificação dentro de cada lâmina.

É importante conhecer a necessidade hídrica e o momento ideal de suprimento de água para a espécie, em suas diferentes fases de desenvolvimento (GOMES, 1997). Dessa forma, o suprimento adequado de água é capaz de gerar incrementos nas plantas, e é possível prever o dimensionamento correto do sistema de irrigação, aliado ao manejo apropriado, que pode proporcionar melhor qualidade às mudas, redução de lixiviação de nutrientes e homogeneidade do desenvolvimento das mudas (NEVES et al., 2010) e redução do tempo de produção (CUNHA et al., 2005).

A presença de raízes finas no sistema radicular é um dos fatores que interferem no desempenho inicial das mudas em campo, aquelas que apresentam grande produção dessas raízes são mais aptas a condições de estresse ambiental, garantindo maiores taxas de sobrevivência e crescimento inicial pós-plantio (FREITAS et al., 2005).

1.13.2 Segundo experimento (ciclo de produção maior)

A irrigação é uma das técnicas mais eficientes em gerar lucro pelo aumento da produção, porém, tornou-se uma exigência que tais benefícios sejam alcançados utilizando de forma racional os recursos hídricos (SAAD, 2009). O manejo da irrigação é um procedimento mediante o qual se determina a frequência de irrigação, volume de água a aplicar em cada atividade de irrigação e a intensidade de aplicação (FRIZZONE et al., 2012). A crescente pressão para a produção de mudas de alta qualidade exige um entendimento melhor da fisiologia do crescimento e das relações hídricas das mudas de espécies florestais (FERREIRA et al., 1999).

Observou-se que a lâmina bruta diária e o recipiente não interagiram, e de modo geral, não influenciou a eficiência hídrica para a produção das mudas (Tabela 24).

Tabela 24. Influência do tipo de recipiente e manejo de irrigação na eficiência hídrica (%) das mudas de *Esenbeckia leiocarpa*.

Lâmina bruta (mm)	Biodegradável		Polietileno	
	Eh1	Eh2	Eh1	Eh2
8	72,9 aA	78,3 aA	68,4 aA	83,1 aA
11	64,6 Ab	89,1 aA	70,7 aA	79,6 aA
14	63,2 aA	55,3 aB	56,0 aA	60,6 aA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Eh1 = Irrigação às 10h, Eh2= irrigação às 15h.

Como as espécies florestais nativas possuem diferentes necessidades hídricas, os viveiros florestais devem projetar um sistema de irrigação eficaz, pois em cada fase de desenvolvimento requer um volume de irrigação distinto. Esta eficiência não é só uma questão de escolha de um sistema específico, mas sim quais os tipos de sistemas mais práticos e que melhor servirá as necessidades das plantas (LANDIS e WILKINSON, 2009).

Esta espécie, de forma geral, não foi influenciada pelo manejo hídrico e pelo recipiente (Tabela 25). O recipiente influenciou o diâmetro das mudas quando irrigado com 11 mm diários, neste caso sendo favorável ao biodegradável.

De acordo com Fox e Montague (2009) altos níveis de irrigação não acarretam sempre o maior desenvolvimento das mudas, sendo assim, pode-se economizar água

por meio de manejo de irrigação para produção das mudas. Neste sentido, Silva e Silva (2015) observaram que a lâmina intermediária (11 mm diários) possibilitou o melhor desenvolvimento dos parâmetros morfológicos em mudas de *Aspidosperma polyneuron*.

Tabela 25. Efeito da interação entre as lâminas brutas diárias e recipientes nas variáveis morfológicas de mudas de *Esenbeckia leiocarpa* aos 231 dias após o transplante.

Lâmina bruta (mm)	Recipiente	
	Biodegradável	Polietileno
Altura da parte aérea (cm)		
8	20,0 aAB	19,4 aAB
11	19,2 aB	18,3 aB
14	22,5 aA	21,0 aA
Diâmetro do colo (mm)		
8	4,73 aA	4,46 aA
11	4,74 aA	4,33 bA
14	5,05 aA	4,68 aA
H/D		
8	4,24 aAB	4,35 aA
11	4,01 aB	4,21 aA
14	4,49 aA	4,44 aA
Massa seca aérea (g)		
8	3,91 aA	3,33 aA
11	2,88 aA	3,09 aA
14	4,03 aA	4,73 aA
Massa seca radicular (g)		
8	1,21 aA	0,90 aA
11	1,05 aA	0,90 aA
14	0,82 bA	1,34 aA
Massa seca total (g)		
8	5,13 aA	4,23 aA
11	3,93 aA	4,00 aA
14	4,85 aA	5,70 aA
IQD		
8	0,69 aA	0,52 aA
11	0,58 aA	0,52 aA
14	0,50 bA	0,74 aA

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A altura e diâmetro do colo são variáveis importantes para avaliar o desenvolvimento e a sobrevivência das mudas pós-plantio. E, dentro de uma mesma espécie,

as plantas com maior diâmetro apresentam maior probabilidade de sobrevivência, devido à capacidade de formação e de crescimento de novas raízes (SOUZA et al., 2006).

Os valores da relação H/D das mudas encontrados situou-se entre 4,01 a 4,49, similares ao encontrado por Cruz et al. (2005) para a espécie *Samanea inopinata*, enquanto em *Murraya paniculata* (TRAZZI et al., 2012) e *Anadenanthera macrocarpa* (BERNARDINO et al., 2005) encontraram valores superiores.

O menor resultado de IQD das mudas foi de 0,50, considerado alto por Sáenz et al. (2010). A produção de mudas de qualidade de *Caesalpinia echinata* apresentaram IQD entre 1,00 a 3,46 (AGUIAR et al., 2011), 0,39 a 1,18 para *Enterolobium contortisiliquum* (MELO et al., 2008), 0,3 a 1,20 para *Swietenia macrophylla* (TUCCI et al., 2011) e 0,23 a 0,69 para *Simarouba amara* (AZEVEDO et al., 2010).

A qualidade do sistema radicular das mudas foi influenciada pela irrigação. A lâmina de 14 mm diários proporcionou maior quantidade de plantas com qualidade ótima (Tabela 26).

Tabela 26. Condição do sistema radicular das mudas de *Esenbeckia leiocarpa* produzidas em recipiente de polietileno aos 231 dias após o transplante.

Lâmina bruta (mm)	Qualidade do sistema radicular (%)	
	Boa	Ótima
8	80,0 aA	20,0 aB
11	88,2 aA	11,8 aBC
14	64,7 aB	35,3 aAC

Teste de Goodman para proporções entre e dentro de populações multinomiais. Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as lâminas para cada grupo de classificação e letras minúsculas distintas diferem ($p < 0,05$) quanto à proporção do grupo de classificação dentro de cada lâmina.

Devido à pilosidade do sistema radicular, que cria uma aderência entre raízes e recipiente, este ciclo de produção resultou em uma redução da qualidade do sistema radicular em relação ao ciclo menor (155 dias) (Tabela 23). Neste sentido, sugere-se que mudas de *E. leiocarpa* podem ser produzidas em ciclos menores utilizando o recipiente de polietileno, e que apresentaram padrões inferiores de altura e diâmetro (Tabela 22) exigidos ao plantio conforme encontrado na literatura. Por outro lado, visando à qualidade do sistema radicular, o menor ciclo (155 dias) apresentou conceito ótimo em 56,9% das mudas, enquanto o ciclo maior (231 dias) apenas 22,4% das mudas. Para o desempenho satisfatório em campo,

na fase de desenvolvimento das mudas em viveiro, indica-se a produção de mudas em ciclos menores aos padrões exigidos para o polietileno, ou o uso de recipiente biodegradável.

De acordo com Gomes et al. (2003), as pesquisas com recipientes para produção de mudas têm sido muito dinâmicas e sempre cumprindo o princípio de que o sistema radicular é importante, devendo apresentar boa arquitetura, e que, por ocasião do plantio, deverá sofrer o mínimo de distúrbios, permitindo que a muda seja plantada com um torrão sólido e bem agregado a todo sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o desenvolvimento inicial em campo.

1.13.3 Desenvolvimento em vaso das mudas do menor ciclo de produção

As mudas de *E. leiocarpa* sofreram influência com o tipo de recipiente ao longo dos três meses de avaliação. Em todas as variáveis o recipiente biodegradável apresentou valores superiores (Tabela 27).

Tabela 27. Desenvolvimento em vaso de *E. leiocarpa*, de ciclo de 115 dias.

Recipiente	Início	30 dias	60 dias	90 dias
	Altura (cm)			
Biodegradável	13,5 cA	14,0 cA	15,5 bA	20,7 aA
Polietileno	12,4 cA	12,6 cB	13,6 bB	17,0 aB
Diâmetro (mm)				
Biodegradável	3,38 dA	3,95 cA	4,83 bA	6,44 aA
Polietileno	3,12 dB	3,47 cB	3,95 bB	5,23 aB
Massa seca aérea (g)				
Biodegradável	1,30 cA	2,20 bcA	3,75 bA	8,73 aA
Polietileno	1,00 cA	1,78 bcA	2,02 bB	6,37 aB
Massa seca radicular (g)				
Biodegradável	0,64 cA	1,17 bcA	1,81 bA	3,82 aA
Polietileno	0,53 bA	0,85 bA	0,99 bB	3,06 aB
Massa seca total (g)				
Biodegradável	0,64 cA	3,37 bA	5,56 bA	12,54 aA
Polietileno	0,53 cA	2,63 bA	3,01 bB	9,42 aB

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O recipiente biodegradável propiciou maior desenvolvimento das mudas de *E. leiocarpa*. Este fato pode estar ligado à qualidade do sistema radicular, uma vez

que nestes tipos de recipientes é preservado a arquitetura natural das raízes, diminuindo assim os impactos negativos que podem ser ocasionados nas raízes no momento do transplante. A porosidade do material do recipiente biodegradável não foi um obstáculo para o desenvolvimento do sistema radicular, assim como para a muda como um todo.

A utilização das mudas de qualidade nos plantios florestais evidencia sua capacidade de adaptação e desenvolvimento satisfatório em campo. Para isso, os fatores que denotam a qualidade, como o tipo de recipiente, conforme Gomes et al. (2003) tendem a priorizar a formação de um sistema radicular saudável, pois permitem que a muda seja plantada com sistema radicular estruturado e com presença de raízes finas e novas, as quais favorecerão a sobrevivência e o crescimento inicial pós-plantio.

Mudas florestais de qualidade tendem a reduzir os impactos negativos do plantio que são impostos pelas condições ambientais desfavoráveis, o que resulta no sucesso do estabelecimento das mudas (JACOBS et al., 2005; RADOGLU et al. 2009). O estresse pode ser minimizado com a utilização das práticas silviculturais adequadas e corretas (GROSSNICKLE, 2005). Corroborando com o fato da adaptação e desenvolvimento das mudas, Grossnickle (2000) cita que após o estabelecimento das plantas em campo, elas começam a responder às práticas silviculturais que têm sido utilizadas para similarizar as condições locais favoráveis.

Para Esen et al. (2012) o diâmetro e altura das mudas são indicadores eficazes para a sobrevivência e estabelecimento em campo de *Prunus avium* L. Segundo Kupka (2001) relatou que a altura inicial de *Prunus avium* L. (cerejeira) é um bom indicador para a sobrevivência das mudas durante seu estabelecimento em campo.

Os diâmetros que apresentam maior desenvolvimento são mais susceptíveis ao sucesso do plantio (JACOBS et al., 2004), pois são indicadores de maior armazenamento de carbono e energia para o desenvolvimento, fortalecendo a sobrevivência (JACOBS, 2003).

1.13.4 Desenvolvimento em vaso das mudas de maior ciclo de produção

No desenvolvimento inicial pós-plantio das mudas de *E. leiocarpa* foi possível observar a influência do recipiente nas cinco variáveis avaliadas, tendo valores superiores no recipiente biodegradável (Tabela 28).

Tabela 28. Desenvolvimento em vaso de *Esenbeckia leiocarpa*, de ciclo de 231 dias após transplante.

Recipiente	Início	30 dias	60 dias	90 dias
	Altura (cm)			
Biodegradável	23,7 cA	24,9 bA	26,7 bA	31,5 aA
Polietileno	22,8 bA	24,3 bA	25,3 bA	28,1 aB
Diâmetro (mm)				
Biodegradável	4,79 dA	5,57 cA	7,03 bA	8,50 aA
Polietileno	4,63 dA	5,09 cB	6,12 bB	7,30 aB
Massa seca aérea (g)				
Biodegradável	4,08 cA	9,48 bA	8,78 bA	22,19 aA
Polietileno	3,21 cA	6,81 bB	7,66 bA	13,93 aB
Massa seca radicular (g)				
Biodegradável	1,09 cA	3,08 bA	3,52 bA	9,33 aA
Polietileno	0,92 bA	1,88 bA	2,37 bA	6,30 aB
Massa seca total (g)				
Biodegradável	1,09 cA	12,56 bA	12,29 bA	31,51 aA
Polietileno	1,74 cA	8,69 bB	9,94 bA	20,24 aB

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, dentro do mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O desenvolvimento diamétrico das mudas em recipiente biodegradável demonstra que é um bom indicador de outras variáveis avaliadas. De acordo com Binotto et al. (2010) e Ivetic et al. (2013) o diâmetro do colo é o melhor indicador único de qualidade de mudas, pois, apresenta uma alta correlação com o Índice de Qualidade de Dickson. E também, o diâmetro é um bom indicador do desenvolvimento do sistema radicular (JACOBS et al., 2004.). Já a altura da planta deve ser utilizada juntamente com o diâmetro (IVETIC et al., 2013).

De acordo com Davis e Jacobs (2005), o sucesso do estabelecimento de plantações depende do uso de mudas cujas características morfológicas e fisiológicas garantem o crescimento e sobrevivência, sob condições ambientais variadas.

Segundo Grossnickle (2012) a qualidade do sistema radicular aumenta sua sobrevivência em campo, garantindo o desempenho esperado segundo a finalidade das implantações florestais.

Diferentemente do que ocorre com o recipiente biodegradável *paperpot*®, o recipiente biodegradável *Ellepot*® apresenta paredes com porosidade, não impedindo que as raízes atravessem para o meio exterior do recipiente. Como relatado por Scarratt (1991) e Lindström e Rune (1999), o *paperpot*® possui paredes lisas, as quais são impenetráveis, acarretando aspectos negativos como deformação das raízes, diminuição do crescimento das mudas e menor vitalidade das raízes.

O desempenho das mudas de *E. leiocarpa* com ciclo de produção maior nos dois recipientes teve desempenho e estabelecimento satisfatório, por outro lado, o uso de mudas com recipiente biodegradável no ciclo maior acarreta em mais custos, uma vez que esse recipiente pode reduzir o ciclo de produção da espécie e aumentar a capacidade produtiva do viveiro, como visto na Tabela 26.

1.14 Conclusões

O menor ciclo de produção das mudas foi o mais adequado tanto para o recipiente biodegradável como para o de polietileno.

No ciclo de produção de 115 dias, a lâmina de irrigação diária mais adequada foi de 11 mm para as mudas produzidas no recipiente biodegradável e 8 mm no recipiente de polietileno.

No ciclo de produção de 231 dias, a lâmina de irrigação mais adequada foi de 8 mm para as mudas produzidas nos dois recipientes.

As mudas do recipiente biodegradável tiveram maior desenvolvimento em vaso em ambos os recipientes.

1.15 Referências bibliográficas

AGUIAR, F.F.A.; KAMASHIRO, S.; TAVARES, A.R.; NASCIMENTO, T.D.R.do; ROCCO, F.M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.6, p. 729-734, 2011.

AZEVEDO, I.M.G.de; ALENCAR, R.M.; BARBOSA, A.P.; ALMEIDA, N.O.de. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazonica**, v.40, n.1, p.157-164, 2010.

BATISTA, I. M. P. Armazenamento de sementes e produção de mudas de cedro, 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Manaus, 2009.

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

BIRCHLER, T.; ROSE, R.W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parâmetros definitorios e implementación practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, v.7, n.1-2, p.109-121, 1998.

BERNARDINO, D.C.S.; PAIVA, H.N.de; NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; MARQUES, V.B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.863-870, 2005.

BRASIL. **Instrução Normativa SDA n. 31**: Métodos analíticos oficiais para análise de substratos para plantas e condicionadores de solo. Brasília: Diário Oficial da União, 2008. 7 p.

BRIASSOULIS, D. Mechanical behaviour of biodegradable agricultural films under real field conditions. **Polymer Degradation and Stability**, n.91, p.1256-1272, 2006.

CARVALHO, J.A.de. **Riqueza, divergência genética e padrão de qualidade morfológica de mudas de espécies nativas florestais produzidas em Minas Gerais**. 2015. 246f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais de espécies florestais**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica; Colombo: EMBRAPA/CNPF, 2003. v.1, 1039p.

CARVALHO, W. A.; ESPINDOLA, C. R.; PACOLLA, A. A. **Levantamento de solos da fazenda Lageado - estação experimental “Presidente Médice”**. Botucatu: UNESP-Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1983. 95 p.

CRUZ, C.A.F.; PAIVA, H.N.de; GUERRERO, C.R.A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.4, p.537-546, 2006.

CUNHA, A.O.; ANDRADE, L.A.de; BRUNO, R.L.A.; SILVA, J.A.L.da; SOUZA, V.C.de. Efeitos de substratos e dimensões de recipientes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

DAVIS, A. S.; JACOBS, D. F. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. **New Forest**. Springer 17 p., 2005.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. 14p. (IF Série registros, 4).

ENGEL, V.L.; PARROTTA, J.A. Definindo a restauração ecológica:tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLVEIRA, R.E.de; MORAES, L.F.D.de; ENGEL, V.L.; GANDARA, F.B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**.1ª edição revisada. Botucatu: FEPAF, 2008, p.1-26.

ESEN, D.; YILDIZ, O.; ESEN, U.; EDIS, S.; ÇETINTAS, C. Effects of cultural treatments, seedling type and morphological characteristics on survival and growth of wild cherry seedlings in Turkey. **IForest**, v.5, p.283-289, 2012.

FAIN, G. B.; TILT, K. M.; GILLIAM, C. H.; PONDER, H. G.; SIBLEY, J. F. Effects of cyclic micro-irrigation and substrate in pot-in-pot production. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington DC, v. 16, n. 4, p. 215-218, 1998.

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.) BRENNAN). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.413-423, 2011.

FERREIRA, C.A.G.; DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R.de. Relações hídricas em mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook., em tubetes, aclimatadas por tratamentos hídricos. **Revista Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p.95-104, 1999.

FERRETTI, A.R.; KAGEYAMA, P.Y.; ÁRBOCZ, G. de F.; SANTOS, J.D. dos; BARROS, M.I.A. de; LORZA, R.F.; OLIVEIRA, C.de. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para a revegetação com nativas no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v.3, n.7, p.73-84, 1995.

FOX, L.; MONTAGUE, T. Influence of irrigation regime on growth of select field-grown tree species in a semi-arid climate. **Journal of Environmental Horticulture**, v. 27, n. 3, p. 134-138, 2009.

FREITAS, G.A.de; VAZ-DE-MELO, A.; PEREIRA, M.A.B.; ANDRADE, C.A.O.de; LUCENA, G.N.; SILVA, R.R.da. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n.3, p. 5-12, 2012.

FREITAS, T.A.S.de; BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G.A.; PENCHEL, R.M.; LAMÔNICA, K.R.; FERREIRA, D.A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto

produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v.29, n.6, p.853-861, 2005.

FRIZZONE, J.A.; de FREITAS, P.S.L.; REZENDE, R.; de FARIA, M.A. Necessidade de irrigação. In: **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. Maringá: Eduem, 2012, capítulo 4, p.141-195.

GOMES, H.P. **Engenharia de irrigação**: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento. 2 ed. Campina Grande: EDUEPB, 1997, 390p.

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

GROSSNICKLE S.C. **Ecophysiology of Northern Spruce Species**: The Performance of Planted Seedlings. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, p. 409, 2000.

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

GROSSNICKLE, S.C. Why seedlings survive: influence of plant attributes. **New Forest**, Lafayette, v.43, p.711-738, 2012.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v. 28, n. 6, p. 1069-1076, 2004.

GULCU, S.; GULTEKIN, H.C.; CELIK, S.; ESER, Y.; GURVELIK, N. The effects of different pot length and growing media on seedling quality of *Crimean juniper* (*Juniperus excels* Bieb.). **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n.14, p.2101-2107, 2010.

HAASE, D.L.; ROSE, R. Soil moisture stress induces transplant shock in stored and unstored 270 *Douglas fir* seedlings of varying root volumes. **Forest Science**, Bethesda, v.39, p. 275–294, 1993.

IATAURO, R.A. **Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção e o acondicionamento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden**. Botucatu, 2001. 33p. Monografia. Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

IATAURO, A. R. **Avaliação energética da substituição de tubetes de plástico por tubetes biodegradáveis na produção de mudas de aroeira- *Schinus terebinthifolius* Raddi**. 2004. 73p. Dissertação (Mestrado em Energia na agricultura). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

IVETIC, V.; DAVORIJA, Z.; VILOTIĆ, D. Relationship between morphological and physiological attributes of hop hornbeam seedlings. **Bulletin of the Faculty of Forestry**, v.108, p.39-50, 2013.

JACOBS, D.F.; GOODMAN, R.C.; GARDINER, E.S.; SALIFU, K.F.; OVERTON, R.P.; HERNANDEZ, G. Nursery stock quality as an indicator of bottomland hardwood forest restoration success in the Lower Mississippi River Alluvial Valley. **Scandinavian Journal of Forest Research**, v.27, p.255-269, 2012.

JACOBS, D.F. Nursery production of hardwood seedlings. Planting and care of fine hardwood seedlings. FNR-212, NEW 9/03, USDA Forest Service, USA, p. 8, 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**, v.30, p.295-311, 2005.

JACOBS, D.F.; WILSON, B.C.; DAVIS, A.S. Recent trends in hardwood seedling quality assessment. In: Proceedings of the conference “**Forest and Conservation Nursery Associations - 2006**” (Riley LE, Dumroese RK, Landis TD eds). RMRS- P-33, USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO, USA, p. 140-144, 2004.

KOSTOPOULOU, P.; RADOGLU, K.; DINI PAPANASTASI, O.; ADAMIDOU, C. Effect of mini-plug container depth on root and shoot growth of four forest tree species during early development stages. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.35, p.379-390, 2011.

KUPKA, I. Influence of different treatment on wild cherry seedling performance. **Journal of Forest Science**, v.47, n.11, p.486-491, 2001.

LANDIS, D.T. Irrigation and water management. In: LANDIS, D.T.; TINUS R.W.; MCDONALD, S.E.; BARNETT, J.P. **The container tree nursery manual**, volume 4, Washington/DC: Agric. Handbk. U.S. Department of Agriculture, Forest Service.1989. cap. 2, p.69-118.

LANDIS, T.D.; WILKINSON, K.M. Water quality and irrigation. In: DUMROESE, R.K.; LUNA, T.; LANDIS, T.D. (editors). **Nursery manual of native plants: a guide for tribal nurseries**. Volume 1. Washington/DC: Nursery management. Agriculture Handbook 730. Department of Agriculture, Forest Service. 2009. cap. 10, p. 176-199.

LEA-COX, J. D.; ROSS, D. S.; TEFFEAU, K. M. A water and nutrient management planning process for container nursery and greenhouse production systems in Maryland. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington DC, v. 19, n. 4, p. 226-229, 2001.

LINDSTRÖM, A.; RUDE, G. Root deformation in plantations of container-grown Scots pine trees: effects on root growth, tree stability and stem straightness. **Plant and Soil**, v.217, p.29-37, 1999.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. v.1, 384p.

MAÑAS, P.; CASTRO, E.; DE LAS HERAS, J. Quality of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait) seedlings using waste materials as nursery growing media. **New Forests**, v. 37, n. 3, p. 295-311, 2009.

MANGIAFICO, S. S.; ZURAWSKI, D.; MOCHIZUKI, M. J.; NEWMAN, J. P. Adoption of sustainable practices to protect and conserve water resources in container nurseries with greenhouse facilities. **Acta Horticulturae**, v. 797, p. 367-372, 2008.

MATHERS, H. M.; YEAGER, T. H.; CASE, L. T. Improving irrigation water use in container nurseries. **HortTechnology**, v. 15, n. 1, p. 8-12, 2005.

McDOWELL, N.; POCKMAN, W.T.; ALLEN, C.D.; BERSHEARS, D.D.; COBB N, KOLB, T.; PLAUT, J.; SPERRY, J.; WEST, A.; WILLIAMS, D.G.; YEPEZ, E.A. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? **New Phytologist**, Lancaster, v.178, p. 719–739, 2008.

McGRATH, D.A.; DURYEA, M.L Initial moisture stress, budbreak and two-year field performance of three morphological grades of slash pine seedlings. **New Forest**, Lafayette, v.8, p. 335–350, 1994.

MELO, R.R.; CUNHA, M.C.L.; RODOLFO JÚNIOR, F.; STANGERLIN, D.M. Crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. sob diferentes níveis de luminosidade. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.**, v.3, n.2, p.138-144, 2008.

MORRISSEY, R.C.; JACOBS, D.F.; DAVIS, A.S.; RATHFON, R.A. Survival and competitiveness of *Quercus rubra* regeneration associated with planting stocktype and harvest opening intensity. **New Forest**, Lafayette, v.40, p. 273–287, 2010.

NARAYAN, R. Drivers for biodegradable/compostable plastics and role of composting in waste management and sustainable agriculture. **Bioprocessing of Solid Waste and Sludge**, v.11, p. 1-5, 2001.

NEVES, W.S. et al. Importância do manejo de irrigação sobre a ocorrência de doenças em plantas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.31, n.249, p.110-115, 2010.

RADOGLU, K.; DINI-PAPANASTASI, O.; KOSTOPOULOU, P.; SPYROGLOU G. Forest regeneration material: state of the art and a new European approach for pre-cultivated planting stock production. In: POLJAKOVIC´-PAJNIK, L.; TOBOLKA, A.T., editors. **Forestry in Achieving Millennium Goals**. Novi Sad, Serbia: Old Commerce. p. 17–24, 2009.

ROSE R.; KETCHUM, J.S. Interaction of initial seedling diameter, fertilization and weed control on Douglas-fir growth over the first four years after planting. **Annals of Forest Science**, Les Ulis, v.60, p. 625–635, 2003.

SAAD, J.C.C. Fundamentos e critérios para o manejo da irrigação. In: SALOMÃO, L.C.; SANCHES, L.V.C. SAAD, J.C.C.; BÔAS, R.L.V. **Manejo de irrigação: um guia prático para o uso racional da água**. Botucatu: FEPAF, 2009, capítulo 1, p. 1-13.

SÁENZ, R. J. T.; RAMÍREZ, F.J.V.; FLORES, H.J.M.; SANCHES, A.R.; RUIZ, J.A.P. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado em Michoacán. **Folleto Técnico**. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Mich. México. 50 p. 2010.

SCARRATT, J.B. Effect of early transplanting upon growth and development of spruce and pine seedlings in paperpot containers. **New Forests**, v.4, p. 247-259, 1991.

SILVA, R.B.G da.; SILVA, M.R.da. Effects of water management on growth, irrigation efficiency and initial development of *Aspidosperma polyneuron* seedlings. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.35, p. 3562 – 3569, 2015.

SILVA, R.B.G da. **Manejo hídrico sobre o desenvolvimento e a qualidade de mudas florestais nativas em ambientes protegidos**. 2013. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciência Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

SOUZA, C.A.M.; OLIVEIRA, R.B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J.S. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria/RS, v.16, n.3, p.243-249, 2006.

STABLER, L. B.; MARTIN, C. A. Irrigation regimes differentially affect growth and water use efficiency of two Southwest landscape plants. **Journal of Environmental Horticulture**, v. 18, n. 1, p. 66-70, 2000.

STEVENS, E.S. **Green Plastics: An Introduction to the New Science of Biodegradable Plastics**. Princeton, NJ: Princeton University Press. 2002.

TAKOUTSING, B.; TCHOUNDJEU, Z.; DEGRANDE, A.; ASAAH, E.; GYAU, A.; NKEUMOE, F.; TSOBENG, A. Assessing the Quality of Seedlings in Small-scale Nurseries in the Highlands of Cameroon: The Use of Growth Characteristics and Quality Thresholds as Indicators. **Small-scale Forestry**, v.12, n.1, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TRAZZI, P.A.; CALDEIRA, M.V.W.; COLOMBI, R.; GONÇALVES, E.O. Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 621 - 630, 2012.

TUCCI, C.A.F.; SANTOS, J.Z.L.; SILVA JÚNIOR, C.H.da; SOUZA, P.A.de; BATISTA, I.M.P.; VENTURIN, M. Desenvolvimento de mudas de *Swietenia macrophylla* em resposta a nitrogênio, fósforo e potássio. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 471-490, 2011.

**CAPÍTULO IV: ANÁLISE DO RISCO DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS PARA
A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *HANDROANTHUS VELLOSOI***

Resumo: Com a evolução dos viveiros florestais ocorreu a introdução de novos métodos que propiciam a qualidade das mudas, como o recipiente e o manejo hídrico. Aliando a alta qualidade das mudas e o baixo custo de produção, o presente trabalho consistiu na avaliação de um modelo estocástico de simulação voltado à análise de risco econômico, servindo de auxílio para tomada de decisão de um projeto de investimento florestal. Este método probabilístico tem a vantagem de considerar o risco associado ao ato de projeção e mensurá-lo por meio do cálculo do desvio padrão das médias dos valores presentes líquidos gerados em cada evento. A incorporação de risco ao projeto de investimento financeiro deu-se a partir da simulação de 100.000 cenários probabilísticos dos indicadores de viabilidade comumente utilizados para a análise de projetos, os quais confirmaram a viabilidade econômica, que apresentou maior ganho (363.88 US\$ mil⁻¹) com as mudas produzidas no recipiente biodegradável com a lâmina de L11, e o menor risco do VPL ser negativo.

Palavras-chave: Custo operacional; viabilidade econômica; Método de Monte Carlo; recipiente biodegradável; lâmina de irrigação;

1.16 Introdução

A evolução dos viveiros florestais com o uso de práticas de racionamento de água e utilização de recipientes de fontes renováveis vem a colaborar com a qualidade das mudas, refletindo no desenvolvimento almejado em campo. De acordo com Briassoulis (2006) o uso de recipientes alternativos é um processo desafiador e atraente, no mesmo sentido, Mathers et al. (2005) cita a adoção de práticas de manejo hídrico e desenvolvimento de pesquisas de conservação da água.

A espécie *Handroanthus vellosi* (Toledo) Mattos (ipê-amarelo-liso, Bignoniaceae) ocorre principalmente na floresta de altitude nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e Rio de Janeiro (LORENZI, 2008; ESPÍRITO SANTO et al., 2012). Está presente nas fisionomias de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual e matas ciliares (HARDT et al., 2006). Seu ciclo em viveiros florestais demonstra que esta espécie fica apta para o plantio em campo quando atinge 4 a 6 meses (LORENZI, 2008).

Nos viveiros florestais, o sistema de produção é influenciado pela qualidade das mudas, custos de produção e lucro. De tal forma, é importante realizar, além da análise técnica, a análise econômica dos sistemas de produção de mudas, com a finalidade de obter qualidade com o menor custo possível (DIAS et al., 2011). Além disto, os custos de

produção podem sofrer variações de acordo com o nível tecnológico que é empregado no viveiro florestal.

Bujoreanu (2012) cita que todo empreendimento envolve algum tipo de risco, por isso a importância da análise e gestão de riscos pode ajudar a avaliar os riscos e auxiliar na tomada de decisões para minimizar as interrupções dos planos do projeto. A escolha da técnica de análise de risco mais adequada para determinadas características do projeto é fundamental para o sucesso do projeto (DE MARCO e THAHEEM, 2014).

A análise de risco baseada no Método Monte Carlo é a metodologia pela qual a incerteza envolvendo as principais variáveis projetadas num modelo de previsão é processada para estimar o impacto do risco sobre os resultados projetados. É uma técnica pela qual um modelo matemático é submetido a várias simulações (SIMIONI e HOEFLICH, 2006). Sendo assim, pode ser empregado, principalmente, em problemas distintos tais como a otimização, a integração numérica e a geração de amostras de distribuição de probabilidade (NAJAFI et al., 2012). Devido a sua simplicidade e flexibilidade, este método é um dos mais utilizados para obter as distribuições de frequências que subsidiam as análises de risco (LYRA et al., 2010).

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar os riscos de investimento de produção de mudas de *H. vellosi* em diferentes recipientes e manejos hídricos.

1.17 Material e métodos

Para o desenvolvimento do estudo utilizou-se a matriz de coeficientes técnicos de um viveiro experimental de mudas florestais, suspenso e setorizado, do Departamento de Ciência Florestal na Faculdade de Ciências Agrônomicas, com capacidade de produção anual de 100 mil mudas arbóreas, localizado nas coordenadas geográficas 22° 51' de Latitude Sul e 48° 25' de Longitude Oeste, no Estado de São Paulo, Brasil, e clima do tipo Cwa, segundo classificação de *Wilhelm Köppen*.

A semeadura ocorreu em 20/12/2013, e o transplântio em 11/02/2014, e após duas semanas iniciou-se a aplicação dos manejos hídricos diferenciados. Os

tratamentos foram caracterizados por dois tipos de recipientes (biodegradável da marca *Ellepot*[®] e polietileno) e três lâminas brutas diárias de irrigação (8, 11 e 14 mm).

Foram realizados dois ciclos de produção, um menor e outro maior, ambos comparando o desenvolvimento dos dois tipos de recipientes, esta diferença deve-se à formação do sistema radicular e como o recipiente biodegradável é plantado juntamente com a muda, não necessita estar totalmente estruturado, fato que não ocorre com o recipiente de polietileno que requer ótima condição do sistema radicular.

Para iniciar a aplicação dos manejos hídricos, as repetições foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso em três canteiros suspensos, cobertos com plástico difusor de luz, na área a pleno sol do viveiro com irrigação automatizada. As adubações de crescimento foram realizadas duas vezes por semana ao longo do experimento. Em cada adubação, a lâmina bruta de 4 mm de solução nutritiva foi aplicada via fertirrigação em todas as repetições. A solução foi composta pelos fertilizantes monoamôniofosfato purificado, sulfato de magnésio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio e ureia nas concentrações de 488; 155,4; 328,1; 312; 72,2 e 98,8 mg L⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente e a solução de micronutrientes por ácido bórico, molibdato de sódio e sulfatos de manganês, zinco, cobre e ferro nas concentrações de 3; 3,9; 1,2; 0,6; 0,3 e 48 mg L⁻¹ de B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe, respectivamente.

As adubações de rustificação foram realizadas duas vezes por semana durante os últimos 15 dias finais de produção, com uma lâmina bruta de 4 mm de solução nutritiva (via fertirrigação) em todas as repetições. A solução foi composta pelo fertilizante cloreto de potássio na concentração de 750 mg L⁻¹ e a solução de micronutrientes por ácido bórico, molibdato de sódio e sulfatos de manganês, zinco, cobre e ferro nas concentrações de 4,2; 5,5; 1,7; 0,8; 0,4 e 67 mg L⁻¹ de K, B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe, respectivamente.

A análise econômica foi constituída a partir da estimativa do custo total de produção (CTP) por meio da metodologia utilizada pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) e proposta por Matsunaga et al. (1976), classificado em *i*) custo operacional efetivo (COE): água, energia elétrica, adubos, substrato, mão de obra permanente e plântulas; *ii*) custo operacional total (COT): COE + depreciação linear, encargos sociais, impostos e despesas administrativas (5% do COE); *iii*) custo total de produção (CTP): resultante do somatório do COE e COT e do custo de capital dos ativos fixos.

Os custos foram expressos em dólar comercial americano em consonância a Simões et al. (2015) por ser utilizado como parâmetro internacional do mercado financeiro. Utilizou-se como taxa de câmbio o preço da moeda estrangeira oficial do Banco Central do Brasil (PTAX 800) a preço de venda, medido em unidades e frações da moeda nacional, que era de R\$ 3,1684 em 05/06/15 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2015a).

A incorporação de risco ao projeto de investimento financeiro deu-se a partir de 100.000 simulações pelo método estocástico de Monte Carlo. Destarte, pode-se afirmar que todo o risco possui uma probabilidade conexa os quais podem ser quantificados, portanto, utilizou-se a distribuição de probabilidade estratificada para os riscos previamente identificados. O gerador de números randômicos utilizado foi o *Mersenne Twister* conforme Matsumoto e Nishimura (1998).

As simulações, a estatística descritiva dos dados e o coeficiente de correlação linear não-paramétrico de *Spearman* empregado para verificar o inter-relacionamento das variáveis de entrada foram realizadas por meio do *software @Risk 6.3.1* Copyright © 2014 Palisade Corporation.

Adotou-se o modelo autorregressivo integrado com médias móveis ARIMA (p,d,q) proposto por Box e Jenkins (1970) pelo critério de seleção *BayesInformationCriterium* (BIC) desenvolvido por Schwarz (1978) para a projeção da taxa mínima de atratividade (TMA) pautada em dados da série temporal econômico-financeira referente ao Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) disponibilizada pelo Banco Central do Brasil (2015b), observada entre janeiro de 2004 e maio de 2015 e, para projetar a taxa de reinvestimento dos fluxos intermediários de caixa, utilizou-se a série histórica dos rendimentos creditados à Caderneta de Poupança Total, entre 01/01/2004 e 23/06/2015.

A fim de avaliar as incertezas intrínsecas ao projeto de investimento florestal, foram ponderadas no modelo matemático seis variáveis de entrada (*inputs*) que de acordo com Simões e Bueno (2014) influenciam diretamente na formação da variável dependente Receita Bruta, sendo essas: investimento inicial (US\$ mil⁻¹); custo total de produção (US\$ mil⁻¹); preço de comercialização (US\$ mil⁻¹); ciclo de produção (dias); IPCA (%); e taxa de remuneração da Caderneta de Poupança Total (%). Com o propósito de definir o valor mínimo, modal e máximo dos *inputs*, delimitou-se uma variante de ±20,0% dos

valores determinísticos, exceto para o IPCA que foi obtido por meio do ajuste de processos de médias móveis.

No entendimento de Lima (2015) em finanças, analisa-se um projeto de investimento a partir dos fluxos de caixa projetados, que para este estudo foi considerado como convencional por apresentar uma única saída de caixa seguida de diversas entradas operacionais durante o horizonte do planejamento que foi de 20 anos. Por conseguinte, utilizou-se as principais técnicas de análise de projetos de investimentos, as quais foram consideradas como variáveis de saída (*outputs*): Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), de acordo com o proposto por Simões e Scherrer (2014); Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) e *Payback* descontado preconizado por Silva et al. (2014).

1.18 Resultados e discussão

O valor modal simulado para o investimento inicial referente à implantação do projeto para a produção de mudas de *H. vellosi* tanto em recipientes biodegradáveis quanto de polietileno foi US\$ 1,782.17 mil⁻¹. Desse montante 68,5% referem-se às edificações físicas do viveiro florestal.

A quantidade de dias obtida por meio da distribuição de probabilidade, necessários para um ciclo produtivo do *H. vellosi* em recipiente biodegradável foi de 71 dias, o que possibilitará em média 5 ciclos produtivos ao ano. Em relação às mudas produzidas no recipiente polietileno serão necessários 212 dias, que culminará em média 2 ciclos ao ano.

A avaliação econômica de um projeto florestal deverá incluir a utilização de técnicas e critérios de análise que comparam os custos e as receitas inerentes ao projeto, a fim de decidir se este é viável ou não de ser implementado (MENDES, 2004; REZENDE e OLIVEIRA, 2008). Portanto, os custos de produção podem ser considerados como fator de risco em um projeto de investimento, o que demanda a realização de um diagnóstico por meio de técnicas de probabilidade, para que se possa mensurar o quão esse risco poderá comprometer o sucesso desse projeto.

Na Tabela 29 são apresentadas as estatísticas dos custos (US\$ mil⁻¹) mais prováveis para a produção de *H. vellosi* em diferentes sistemas produtivos, estimados a

partir da distribuição triangular simétrica, por ser comumente utilizada em análises de incerteza quando não há informações plausíveis sobre a distribuição de probabilidade das variáveis ponderadas num modelo matemático.

Dentre os itens que mais impactaram o custo de produção, foi o custo com mão de obra permanente que representou em média 46,9%, seguido dos encargos sociais com aproximadamente 19,3% e do substrato e adubos com 14,3% do custo total de produção de *H. vellosi* em recipientes biodegradáveis. Ao analisar as mudas produzidas em recipiente polietileno, constatou-se que o custo de mão de obra foi em média 57,0%, os encargos sociais representaram em média 23,5% e do substrato e adubos que conceberam 7,9% do custo total de produção.

Salienta-se que o custo de mão de obra está relacionado diretamente à quantidade de dias necessários para o ciclo produtivo. Portanto, dentre os fatores despendidos para a produção, o custo de mão de obra poderá implicar na economicidade do projeto de investimento. Na produção de mudas de eucalipto, Simões e Silva (2010) observaram que o custo com a mão de obra representou 64,92% do custo total da produção. Já Dias et al. (2011) verificou que o custo da mão de obra para produção de mudas de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* por meio de miniestaquia e sementes é de 82,8 e 78,6% respectivamente, em relação ao custo total da produção. Neste sentido, espera-se a otimização do sistema de produção por meio do uso dos fatores de produção, dentre eles a mão de obra, com redução de custos, proporcionando consequentemente, maior renda (RODRIGUES et al., 2007).

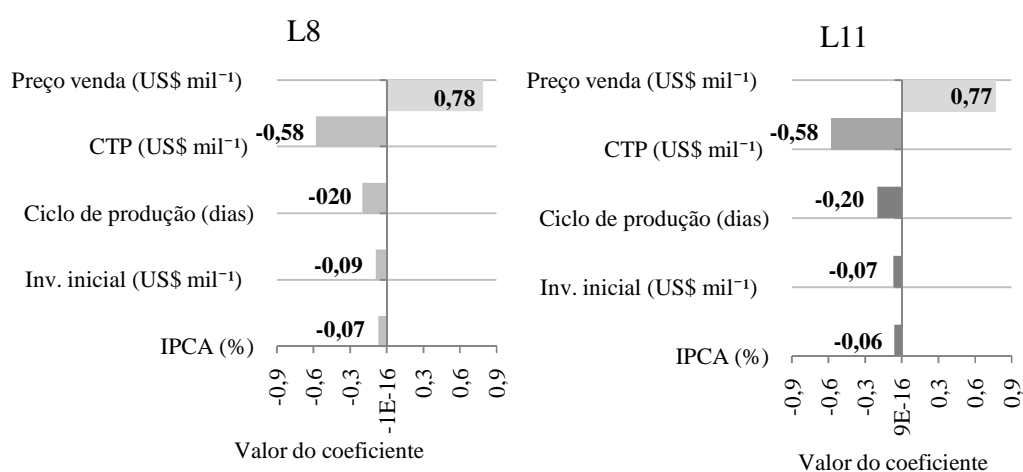
Tabela 29. Estatística descritiva do custo de produção (US\$ mil⁻¹) para mudas de *H. vellosi*.

Estatísticas	Biodegradável			Polietileno		
	L8	L11	L14	L8	L11	L14
Mínimo	294.99	295.98	296.98	724.16	727.13	730.11
Máximo	399.10	400.45	401.79	979.75	983.77	987.79
Moda	347.04	348.21	349.39	851.95	855.45	858.95
Desv. Pad.	21.25	21.32	21.40	52.17	52.39	52.60

A receita bruta obtida com a comercialização das mudas arbóreas foi estimada a partir de uma margem de ganho de 20,0% sobre o custo de produção. Em relação à

Taxa Mínima de Atratividade, projetou-se por meio do modelo ARIMA (p,d,q) um valor modal de 8,6% a.a. Destarte, a partir dos custos de produção, da margem de ganho, da TMA e da quantidade de dias do ciclo produtivo, torna-se possível elaborar e analisar o fluxo de caixa do projeto de investimento financeiro, sendo essa uma premissa para um gerenciamento eficaz.

Conforme os coeficientes (Figura 1) constata-se que o projeto de investimento destinado à produção de mudas de *H. vellosi* em recipientes biodegradáveis, corrobora a previsibilidade do preço de venda (US\$ mil⁻¹) ser a variável que possui correlação positiva (0,78) com o VPL para as três lâminas de irrigação empregadas para esse sistema de produção, o que indica a possibilidade do mercado influenciar diretamente no sucesso do projeto de investimento, ou seja, da decorrência da oferta e demanda das mudas produzidas. As demais variáveis (*inputs*) do modelo estocástico apresentaram uma correlação de *Spearman* negativa com VPL, confirmando que o maior risco do projeto de investimento está associado ao custo total de produção (US\$ mil⁻¹) e à quantidade de dias necessários para a produção das mudas.



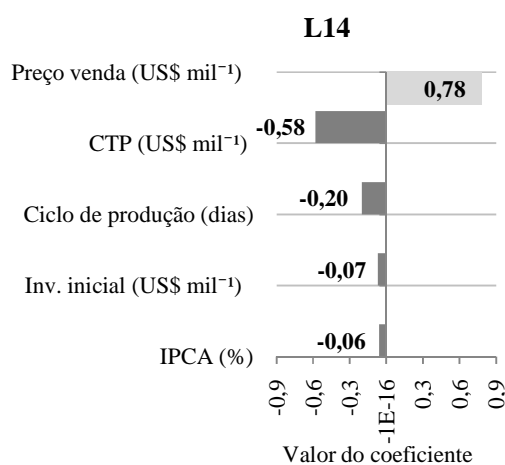


Figura 1. Coeficiente de correlação linear de *Spearman* das variáveis de entrada do modelo de simulação estocástico em relação ao VPL do projeto de investimento para a produção de mudas em recipientes biodegradáveis.

Em relação às mudas produzidas no recipiente polietileno pode-se observar que os coeficientes referentes ao projeto de investimento da produção de mudas de *H. vellosi* demonstram que o preço de venda (US\$ mil⁻¹) é uma variável que possui correlação positiva (0,78) com o VPL para as três lâminas de irrigação utilizadas neste ciclo produtivo, sendo fatores que o mercado pode ser influenciado diretamente no êxito do projeto de investimento (Figura 2). Os demais *inputs* utilizados apresentaram uma correlação de *Spearman* negativa com VPL, sendo que custo total de produção (US\$ mil⁻¹) a variável de entrada que mais pode impactar a inviabilidade econômico-financeira, seguido dos dias do ciclo de produção.

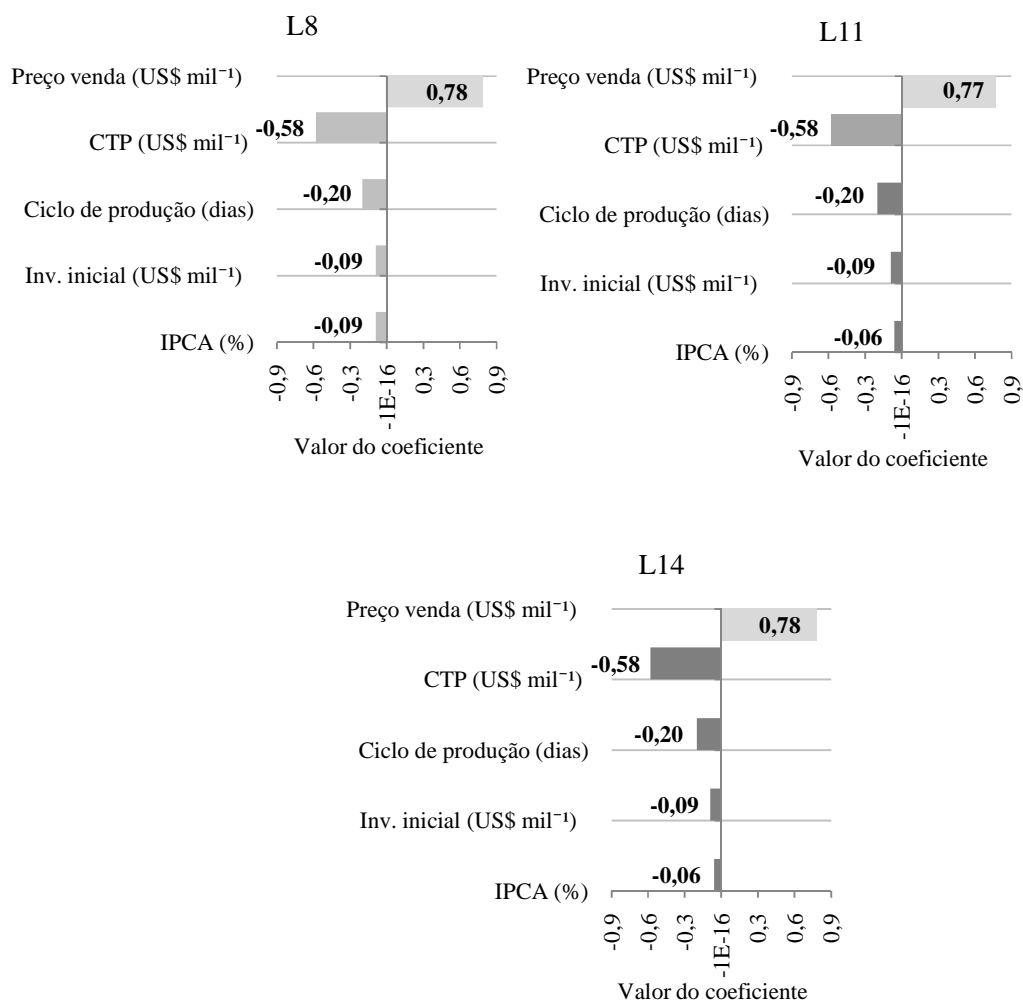


Figura 2. Coeficiente de correlação linear de *Spearman* das variáveis de entrada do modelo de simulação estocástico em relação ao VPL do projeto de investimento para a produção de mudas em recipientes de polietileno.

Os resultados da estatística descritiva (Tabela 30) permitem sopesar que a assimetria e curtose do VPL para a produção de *H. vellosi* em recipientes biodegradáveis, possuem distribuição com padrão aproximadamente normal, respectivamente próximos de 0 e 3 e corroborado pela proximidade da mediana com os valores médios e modais obtidos para todas as lâminas de irrigação. Noce et al. (2005) explica para que uma atividade obtenha ganhos, é importante e necessário que apresente uma relação positiva entre suas taxas de riscos e retorno. Os autores realizaram uma análise de risco referente a produtos de madeira no período de 1970 a 1996, e observaram que quando o risco aumentou e a taxa de

crescimento diminui, houve agravamento no setor, da mesma, o inverso ocorreu neste período. Para Simioni e Hoeflich (2006) a análise de risco utilizando simulações pelo Método Monte Carlo é uma alternativa usada na estimativa dos resultados econômicos esperados nos projetos, sendo assim, afirmam que ao realizar a análise de investimento de um projeto quando associada a uma avaliação de risco, se torna um fator fundamental para a tomada de decisão.

Tabela 30. Estatísticas descritiva do Valor Presente Líquido para a produção de *H. vellosi* em recipientes biodegradáveis.

Estatística	Valor Presente Líquido (US\$)		
	L8	L11	L14
Mínimo	(1,840.12)	(1,770.55)	(1,685.78)
Máximo	9,139.05	9,299.48	9,464.76
Média	3,262.33	3,283.29	3,290.22
Desvio Padrão	1,563.91	1,577.14	1,575.82
Variância	2445823	2487375	2483209
Assimetria	0.08251716	0.0810132	0.07823522
Curtose	2.775237	2.748286	2.759552
Erros	0	0	0
Moda	3,222.99	3,442.98	3,046.65
Percentis			
5%	733.29	711.91	720.94
15%	1,609.24	1,619.82	1,623.07
25%	2,164.62	2,174.03	2,184.33
35%	2,624.01	2,636.08	2,646.93
45%	3,045.57	3,057.33	3,066.56
55%	3,442.37	3,462.26	3,479.13
65%	3,861.97	3,891.47	3,903.81
75%	4,332.48	4,364.51	4,368.29
85%	4,912.91	4,957.71	4,957.87
95%	5,882.45	5,922.81	5,927.87

O risco do VPL ser negativo para o projeto de investimento destinado à produção de mudas em recipientes biodegradáveis é de 1,5% para as três lâminas de irrigação (L8, L11 e L14). Em uma análise de viabilidade de melhoria de um viveiro florestal, Gonçalves et al. (2014) denotaram que a este processo seria economicamente viável por apresentar um VPL positivo (taxa de 8% a.a.). Rodrigues et al. (2007) averigou VPL positivo para uma análise de viabilidade econômica em diferentes sistemas agroflorestais, e, a maior ou menor viabilidade vai depender manejo na área e preços para venda no mercado.

Em relação aos resultados da estatística descritiva (Tabela 31) das mudas produzidas em recipiente de polietileno é similar ao o que ocorreu no recipiente biodegradável, ou seja, com assimetria e curtose do VPL apresentando distribuição com padrão aproximadamente normal, próximos a 0 e 3 respectivamente.

Neste caso, o risco do VPL ser negativo para o projeto de investimento destinado à produção de mudas em recipientes de polietileno é superior ao biodegradável, entretanto, demonstra ser um baixo risco de investimento, representando 3,2% para três lâminas de irrigação (L8, L11 e L14), sendo aproximadamente 46% de maior risco que o recipiente biodegradável.

Em relação à taxa de reinvestimento dos fluxos intermediários de caixa, admitiu-se um modal de 7,7% a.a., projetada a partir da série dos rendimentos creditados à Caderneta de Poupança Total. A probabilidade da TIRM ser inferior à TMA do projeto de investimento financeiro destinado à mudas de *H. vellosi* em recipientes biodegradáveis é de 2,1% para as lâminas de irrigação L8 e L14 e de 2,2% para a lâmina L11. Quanto às mudas produzidas em recipientes de polietileno, essa probabilidade é de 4,6% para a lâmina L8 e 4,7% da TIRM dos projetos que empregaram as lâminas de irrigação L11 e L14.

Tabela 31. Estatística descritiva do Valor Presente Líquido para a produção de *H. vellosi* em recipientes de polietileno.

Estatística	Valor Presente Líquido (US\$)		
	L8	L11	L14
Mínimo	(1,859.79)	(1,775.55)	(1,726.05)
Máximo	7,295.95	7,434.73	7,236.34
Média	2,281.60	2,301.36	2,309.83
Desvio Padrão	1,261.89	1,273.33	1,273.32
Variância	1592361	1621370	1621348
Assimetria	0.0828229	0.08073112	0.07767555
Curtose	2.777361	2.749019	2.760144
Erros	0	0	0
Moda	2,121.57	2,397.62	2,312.16
Percentis			
5%	243.32	223.16	232.86
15%	948.30	957.31	962.58
25%	1,395.60	1,405.73	1,415.69
35%	1,767.18	1,780.25	1,790.62
45%	2,106.65	2,118.32	2,129.52
55%	2,427.06	2,445.85	2,462.34
65%	2,764.65	2,793.20	2,802.96
75%	3,144.66	3,175.71	3,181.93
85%	3,613.86	3,655.14	3,655.42
95%	4,394.63	4,431.73	4,444.18

Para Kassai et al. (2000), o método da TIRM é uma versão melhorada da TIR tradicional que possibilita a eliminação dos problemas da existência de diversas taxas de retorno e dos pressupostos das taxas de reinvestimento. Conforme Kierulff (2008), para resolver essa problemática, cita que a taxa interna de retorno modificada (TIRM) é a mais adequada para avaliar as características dos fluxos deste indicador. A TIRM torna-se o fluxo financeiro heterogêneo original em um de caráter homogêneo, atualizando todos os custos a

uma taxa de financiamento, e capitaliza todos os rendimentos a uma taxa de reinvestimento (BIONDI, 2006). Deste modo, na Tabela 32 é apresentada a estatística descrita da Taxa Interna de Retorno Modificada.

Tabela 32. Estatística descritiva da Taxa Interna de Retorno Modificada (%) para mudas de *H. vellosi*.

Estatísticas	Biodegradável			Polietileno		
	L8	L11	L14	L8	L11	L14
Mínimo	(6,9)	(13,3)	(3,1)	(7,9)	(14,5)	(4,2)
Máximo	18,9	18,7	19,0	17,7	17,5	17,9
Moda	13,9	14,2	14,3	13,1	12,9	13,1
Desv. Pad.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

De acordo com Simões et al. (2015) o Valor Anual Uniforme Equivalente, representa o ganho econômico a cada período da série do fluxo de caixa, que o empreendedor obterá durante a vida útil do projeto de investimento financeiro. Portanto, o maior ganho (363.88 US\$ mil⁻¹) será com as mudas produzidas a partir do recipiente biodegradável com a lâmina de irrigação L11 a cada ciclo de produção, durante os 20 anos de vida útil do projeto. Em contrapartida, as mudas produzidas em recipientes de polietileno irrigadas com a lâmina L8 resultarão num menor ganho (244.00 US\$ mil⁻¹) a cada ciclo produtivo. O VAUE desempenha um papel excludente, ou seja, é excluído os projetos com menor valor, e, o projeto mais economicamente viável será o com maior VAUE (SILVA et al., 2002).

O *Payback* descontado, que representa o período de recuperação do montante investido pelo produtor florestal para a produção de mudas em recipientes biodegradáveis será em média de 4,0 anos, contudo, existe a expectativa de 47,4% para essa ocorrência. O mesmo indicador, resultou num período médio de 5,4 anos para recuperar o investimento despendido para a produção de mudas em recipientes de polietileno, sendo esse pautado numa expectativa de 50,4%. Segundo Brigham e Ehrhardt (2006) o período de *payback* descontado é definido como o número de períodos necessários para recuperar o

investimento dos fluxos de caixa líquidos descontados. Para Kubitz e Ono (2004) é o tempo necessário para o retorno atualizado do capital inicialmente investido.

1.19 Conclusões

O maior custo de investimento é relacionado à infraestrutura do viveiro que representa 68,5% do investimento inicial necessário para a implantação do projeto.

Quanto ao custo total de produção das mudas, destaca-se como maior relevância a mão de obra perfazendo-se 46,9 e 57,0% do custo para o recipiente biodegradável e de polietileno, respectivamente.

O maior risco do projeto é associado ao custo total de produção (US\$ mil⁻¹) e à quantidade de dias necessários para a produção das mudas nos dois recipientes.

A utilização das três lâminas de irrigação proporcionou em ambos recipientes um baixo risco de investimento, sendo no biodegradável o menor risco (1,5%).

O recipiente biodegradável é o que propicia a maior riqueza econômica para o projeto de investimento.

O maior ganho (363.88 US\$ mil⁻¹) foi obtido no recipiente biodegradável com a lâmina de irrigação L11.

Os resultados indicam que os projetos de investimentos possibilitam um retorno do capital inicial, ao atingirem em média 4,0 e 5,4 anos da vida útil, respectivamente, para o recipiente biodegradável e polietileno.

1.20 Referências bibliográficas

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Conversão de moedas**. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>>. Acesso: 05jun. 2015a.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Estatísticas econômico-financeiras**. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/pefi300/telaCtjSelecao.paint>>. Acesso: 05 jun. 2015b.

BIONDI, Y. The double emergence of the modified internal rate of return: The neglected financial work of Duvillard (1755-1832) in a comparative perspective. **The European Journal of the History of Economic Thought**, Paris, v.13, n.3, p. 311-335, 2006.

BOX G, JENKINS G. **Time series analysis: forecasting and control**. 3. ed. San Francisco: Holden-Day; 1970. 592p.

BRIASSOULIS, D. Mechanical behaviour of biodegradable agricultural films under real field conditions. **Polymer Degradation and Stability**, n.91, p.1256-1272, 2006.

BRIGHAM, E. F.; EHRHARDT, M. C. **Administração Financeira: Teoria e Prática**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2006.

BUJOREANU, I.N. Risk analysis series. Part one – Why risk analysis? **Journal of Defense Resources Management**, Brasov, v.3, n.1, p.139-144, 2012.

De MARCO, A.; THAHEEM, M.J. Risk analysis in construction projects: a practical selection methodology. **American Journal of Applied Sciences**, New York, v.11, n.1, p.74-84, 2014.

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

ESPÍRITO SANTO, F.S. do; SILVA CASTRO, M.M. da; RAPINI, A. Two new species of *Handroanthus* Mattos (Bignoniaceae) from the state the Bahia, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.26, n.3, p.651-657, 2012.

GOMES, J.L.; NAKAJIMA, N.Y.; HOSOKAWA, R.T.; ISBAEX, C.; GUIMARÃES, P.P.; QUARTUCCI, F. Estudo de tempo e movimento na etapa de seleção de mudas em um viveiro florestal. **Floresta**, v. 44, n. 4, p. 647 - 656, 2014.

HARDT, E.; PEREIRA-SILVA, E.F.L.; ZAKIA, M.J.B.; LIMA, W.P. Plantios de restauração de matas ciliares em minerações da Bacia do Rio Corumbataí: eficácia na recuperação da biodiversidade. **Scientia forestalis**, Piracicaba, n. 70, p. 107-123, 2006.

KASSAI, J. R. KASSAI, S.; SANTOS, A. dos; ASSAF NETO, A. **Retorno de Investimento: Abordagem Matemática e Contábil do Lucro Empresarial**. 2. Ed. São Paulo:Atlas, 2000.

KIERULFF, H. MIRR: A better measure. **Business Horizons**, Indianapolis, v. 51, p. 321-329, 2008.

KUBITZA, F.; ONO, E.A. **Projeto aquícolas: planejamento e avaliação econômica**. Cultivo de peixes em tanques-rede. 1ª ed. Jundiá: F. Kubitza, 2004. 87p.

LIMA, F. G. **Análise de riscos**. São Paulo: Atlas. 2015. 318p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. v.1, 384p.

LYRA, G. B.; PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M. SOUSA, E. F.; LYRA, G. B. Viabilidade econômica e risco do cultivo de mamão em função da lâmina de irrigação e doses de sulfato de amônio. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, p. 547-554. 2010.

MATHERS, H. M.; YEAGER, T. H.; CASE, L. T. Improving irrigation water use in container nurseries. **HortTechnology**, v. 15, n. 1, p. 8-12, 2005.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E.N. de. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p.123-139, 1976.

MATSUMOTO, M.; NISHIMURA, T. Mersenne Twister: a 623-dimensionally equidistributed uniform pseudorandom number generator. **ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation**, Nova York, vol. 8, n. 1, p. 3-30, mar. 1998.

MENDES, J. T. G. **Economia: fundamentos e aplicações**. São Paulo. Prentice Hall. 2004. 309p.

NAJAFI, A.A.; KARIMI, H.; CHAMBARI, A.; AZIMI, F. Two metaheuristics for solving the reliability redundancy allocation problem to maximize mean time to failure of a series-parallel system. **Scientia Iranica**, Tehran, v.20, n.3, p.832-838, 2013.

NOCE, R.; SILVA, M.L.da; SOARES, T.S.; CARVALHO, R.M.M.A. Análise de risco e retorno do setor florestal: produtos da madeira. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.1, p.77-84, 2005.

PALISADE CORPORATION. **@Risk para Excel**. Versão 6.3.1 Edição Industrial. Newfield: Palisade Corporation, 2014.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Avaliação econômica e social de projetos florestais**. 2. ed. Viçosa: UFV; 2008.

RODRIGUES, E.R.; CULLEN JR., L.; BELTRAME, T.P.; MOSCOGLIATO, A.V.; SILVA, I.V.da. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para recuperação de reserva legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. **Revista Árvore**, v.31, n.5, p.941-948, 2007.

SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. **Annals of Statistics**. v. 6, n. 2 p. 461-464, mar. 1978.

SILVA, D. A. L; CARDOSO, E. A. C.; VARANDA, L. D.; CHRISTOFOR, A. L.; MALINOVSKI, R. A. Análise de viabilidade econômica de três sistemas produtivos de carvão vegetal por diferentes métodos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG. v. 38, n. 1, p. 185-193, 2014.

SILVA, M.L.da; JACOVINE, L.A.G.; VALVERDE, S.B. **Economia Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2002, 178p.

SIMIONI, F.J.; HOEFLICH, V.A. Avaliação de Risco em Investimentos Florestais. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 52, p. 79-92, 2006.

SIMÕES, D.; BUENO, T. Análise de viabilidade econômico-financeira e de risco do processamento mínimo de vegetais. **Revista Economia & Gestão**, Belo Horizonte, v. 14, n. 37, 2014.

SIMÕES, D.; RIBEIRO, J. P.; GOUVEIA, P. R.; SANTOS, J. C. Economical and financial analysis of aviaries for the integration of broilers under conditions of risk. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 39, n. 3, p.240-247, 2015.

SIMÕES, D.; SCHERRER, L. C. Monte Carlo simulation applied to economic and financial analysis of an agribusiness project. **Tekhne e Logos**, Botucatu, v.5, n.2, p. 1-14. 2014.

SIMÕES, D.; SILVA, M.R.da. Análise técnica e econômica das etapas de produção de mudas de eucalipto. **Cerne**, v. 16, n.3, p.359-366, 2010.

**CAPÍTULO V: ANÁLISE DO RISCO DE PROJETOS DE INVESTIMENTOS PARA A
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *ESENBECKIA LEIOCARPA***

Resumo: Os viveiros florestais são os responsáveis por garantir o êxito dos projetos de plantios florestais. A evolução do setor vem possibilitando o uso de novos recipientes e o manejo de irrigação, que proporcionam a qualidade das mudas. No intuito de atestar a qualidade das mudas com baixo custo, o método de simulação Monte Carlo é um dos métodos de tomada de decisão utilizados para resolver os problemas de forma mais precisa. Esta simulação é realizada sobre o fluxo de caixa do projeto florestal, de forma que as entradas e saídas são dados estocásticos, facilitando a leitura do comportamento do modelo em diversas situações, presentes no horizonte desejado. Foi observado que o maior ganho (256.94 US\$ mil¹) foi obtido no recipiente de polietileno com a lâmina de irrigação L14, com um retorno do capital inicial, ao atingirem em média 5,5 anos da vida útil.

Palavras-chave: Incerteza; investimento de capital; lâmina de irrigação; Simulação de Monte Carlo; recipiente biodegradável.

1.21 Introdução

O uso de recipientes é um dos fatores que determinam qualidade das mudas florestais (KOSTOPOULOU et al., 2011). Existem pesquisas mais recentes que têm buscado a utilização de materiais renováveis e biodegradáveis (SHEY et al., 2006), sendo que na área florestal tem tido um grande enfoque para produção de mudas (FERRAZ, 2006). No que tange à área de viveiros, há a necessidade de melhoraria quanto ao manejo, principalmente o hídrico, para viabilizar essa qualidade e se adequar às normas de qualidade ambiental (SILVA et al., 2004).

A espécie *Esenbeckia leiocarpa* Engler (guarantã, Rutaceae) ocorre nos Biomas Pantanal no Pantanal Mato-Grossense (MS) e Mata Atlântica na Floresta Estacional Semidecidual e na Floresta Ombrófila Densa. As mudas desta espécie ficam aptas para o plantio em campo em 8 a 12 meses (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008).

A análise de investimentos para tomada de decisões em projetos de riscos ou não se faz necessária, independentemente da origem do capital do investidor, seja próprio ou de terceiros (SIMÕES e BUENO, 2014). Dessa forma, a aplicação dos critérios de análise econômica na área florestal é fundamental para avaliar o melhor projeto e, ou, alternativa de manejo a serem adotados (SILVA e FONTES, 2005). As variáveis econômicas possibilitarão uma visão mais acurada do projeto de investimento e juntas determinam a viabilidade do projeto bem como as áreas que mais ou menos necessitaram de recursos.

Para planejar e decidir, os agentes econômicos precisam reduzir as incertezas, transformando-as em riscos (SIMIONI e HOEFLICH, 2006). Neste âmbito, a análise e gestão de riscos podem ajudar a avaliar os riscos e decidir na tomada de decisões para minimizar as interrupções dos planos do projeto (BUJOREANU, 2012). No sentido de evitar as incertezas, o método de simulação de Monte Carlo é uma das análises mais utilizadas, sendo definida no uso de distribuições de probabilidades das variáveis consideradas incertas (MENDONÇA et al., 2009), dentre elas, as principais fontes de incerteza (variáveis de entrada) são as receitas, taxas de desconto, custos e despesas, impostos e depreciação, entre outras (OLIVEIRA e PAMPLONA, 2012).

Para Oliveira (2008) o Método Monte Carlo é um método de simulação estocástica, que se baseia na geração de números aleatórios para sua execução. Em síntese, pode-se dizer que os números aleatórios gerados representam cenários possíveis de investimento em questão. A geração de números aleatórios é associada a distribuições de probabilidade de maneira a simular os valores futuros de receitas e custos.

Conforme Aragão et al. (2013) o método Monte Carlo mede a probabilidade de ocorrência dos cenários menos atrativos para os critérios de avaliação de investimentos, permitindo tomar decisões condicionadas pela tolerância ao risco de uma organização, pois, se considerado apenas o resultado de cada critério, não está se avaliando o risco gerado pela incerteza das variáveis antes mencionadas.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar os riscos de investimento de produção de mudas de *E. leiocarpa* em diferentes recipientes e manejos hídricos.

1.22 Material e métodos

Para o desenvolvimento do estudo utilizou-se a matriz de coeficientes técnicos de um viveiro de pesquisa, suspenso e setorizado, do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita” com capacidade de produção anual de 100 mil mudas arbóreas, localizado nas coordenadas geográficas 22° 51' de Latitude Sul e 48° 25' de Longitude Oeste, no Estado de São Paulo, Brasil, com altitude média de 780 m e clima do tipo Cwa, segundo classificação de Wilhelm Köppen.

A semeadura ocorreu em 23/12/2013, e o transplante em 11/02/2014, e após duas semanas iniciou-se a aplicação dos manejos hídricos diferenciados. Os tratamentos foram caracterizados por dois tipos de recipientes (biodegradável da marca *Ellepot*® e polietileno) e três lâminas brutas diárias de irrigação (8, 11 e 14 mm).

Foram realizados dois ciclos de produção, um menor e outro maior, ambos comparando o desenvolvimento dos dois tipos de recipientes. Esta diferença deve-se à formação do sistema radicular e como o recipiente biodegradável é plantado com a muda, não necessita estar totalmente estruturado, fato que não ocorre com o recipiente de polietileno que requer ótima condição do sistema radicular.

Para iniciar a aplicação dos manejos hídricos, as repetições foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso em três canteiros suspensos, cobertos com plástico difusor de luz, na área a pleno sol do viveiro com irrigação automatizada. As adubações de crescimento foram realizadas duas vezes por semana ao longo do experimento. Em cada adubação, a lâmina bruta de 4 mm de solução nutritiva foi aplicada via ferti-irrigação em todas as repetições. A solução foi composta pelos fertilizantes monoamôniofosfato purificado, sulfato de magnésio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio e ureia nas concentrações de 488; 155,4; 328,1; 312; 72,2 e 98,8 mg L⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente e a solução de micronutrientes por ácido bórico, molibdato de sódio e sulfatos de manganês, zinco, cobre e ferro nas concentrações de 3; 3,9; 1,2; 0,6; 0,3 e 48 mg L⁻¹ de B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe, respectivamente.

As adubações de rustificação foram realizadas duas vezes por semana após o início da aplicação dos manejos hídricos, com uma lâmina bruta de 4 mm de solução nutritiva (via ferti-irrigação) em todas as repetições. A solução foi composta pelo fertilizante cloreto de potássio na concentração de 750 mg L⁻¹ e a solução de micronutrientes por ácido bórico, molibdato de sódio e sulfatos de manganês, zinco, cobre e ferro nas concentrações de 4,2; 5,5; 1,7; 0,8; 0,4 e 67 mg L⁻¹ de K, B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe, respectivamente.

A análise econômica foi constituída a partir da estimativa do custo total de produção (CTP) por meio da metodologia utilizada pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) e proposta por Matsunaga et al. (1976), classificado em:

- custo operacional efetivo (COE): água, energia elétrica, adubos, substrato, mão de obra permanente e plântulas;

- custo operacional total (COT): COE + depreciação linear, encargos sociais, impostos e despesas administrativas (5% do COE);
- custo total de produção (CTP): resultante do somatório do COE e COT e da remuneração dos fatores de produção.

Os custos foram expressos em dólar comercial americano em consonância a Simões et al. (21012) por ser considerada como moeda internacional de referência. Utilizou-se como taxa de câmbio o preço da moeda estrangeira oficial do Banco Central do Brasil (PTAX 800) a preço de venda, medido em unidades e frações da moeda nacional, que era de R\$ 3,1684 em 05/06/15 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2015a).

A incorporação de risco ao projeto de investimento financeiro, deu-se a partir de 100.000 simulações pelo método estocástico de Monte Carlo. Destarte, pode-se afirmar que todo o risco possui uma probabilidade conexa os quais podem ser quantificados, portanto, utilizou-se a distribuição de probabilidade estratificada para os riscos previamente identificados. O gerador de números randômicos utilizado foi o *Mersenne Twister* conforme Matsumoto e Nishimura (1998).

As simulações, a estatística descritiva dos dados e o coeficiente de correlação linear não-paramétrico de *Spearman* empregado para verificar o inter-relacionamento das variáveis de entrada, foram realizadas por meio do software @Risk 6.3.1 Copyright © 2014 Palisade Corporation.

Adotou-se o modelo autorregressivo integrado com médias móveis ARIMA (p,d,q) proposto por Box e Jenkins (1970) pelo critério de seleção *Bayes Information Criterium* (BIC) desenvolvido por Schwarz (1978) para a projeção da taxa mínima de atratividade (TMA) pautada em dados da série temporal econômico-financeira referente ao Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) disponibilizada pelo Banco Central do Brasil (2015b), observada entre janeiro de 2004 e maio de 2015 e, para projetar a taxa de reinvestimento dos fluxos intermediários de caixa, utilizou-se a série histórica dos rendimentos creditados à Caderneta de Poupança Total, entre 01/01/2004 e 23/06/2015.

A fim de avaliar as incertezas intrínsecas ao projeto de investimento florestal, foi ponderado no modelo matemático seis variáveis de entrada (*inputs*) que de acordo com Simões e Bueno (2014) influenciam diretamente na formação da variável dependente Receita Bruta, sendo essas: investimento inicial (US\$ mil⁻¹); custo total de produção (US\$

mil⁻¹); preço de comercialização (US\$ mil⁻¹); ciclo de produção (dias); IPCA (%); e taxa de remuneração da Caderneta de Poupança Total (%). Com o propósito de definir o valor mínimo, modal e máximo dos *inputs*, delimitou-se uma variante de $\pm 20,0\%$ dos valores determinísticos, exceto para o IPCA que foi obtido por meio do ajuste de processos de médias móveis.

No entendimento de Lima (2015) em finanças, analisa-se um projeto de investimento a partir dos fluxos de caixa projetados, que para este estudo foi considerado como não convencional, por apresentar entradas e saídas alternadas durante o horizonte do planejamento que foi de 20 anos. Por conseguinte, utilizaram-se as principais técnicas de análise de projetos de investimentos, as quais foram consideradas como variáveis de saída (*outputs*): Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), de acordo com o proposto por Simões e Scherrer (2014); Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) e *Payback* descontado preconizado por Silva et al. (2014).

1.23 Resultados e discussão

O valor modal simulado para o investimento inicial referente à implantação do projeto para a produção de mudas de *E. leiocarpa* tanto em recipientes biodegradáveis quanto de polietileno foi US\$ 1,782.17. Desse montante 68,5% referem-se às edificações físicas do viveiro florestal.

A quantidade de dias obtida por meio da distribuição de probabilidade, necessários para um ciclo produtivo de *E. leiocarpa* em recipiente biodegradável foi de 140 dias, o que possibilitará em média 3 ciclos produtivos ao ano. Em relação às mudas produzidas no recipiente de polietileno serão necessários 217 dias, que culminará em média 2 ciclos ao ano.

Na Tabela 33 são apresentados as estatísticas dos custos (US\$ mil⁻¹) mais prováveis para a produção de *E. leiocarpa* em diferentes sistemas produtivos, estimados a partir da distribuição triangular simétrica.

Os itens que tiveram maior representatividade no custo de produção foram o custo com mão de obra permanente representou em média 47,7%, seguido dos insumos necessários para produção (água, energia elétrica, plântulas e adubos) com 31,5% e

os encargos sociais que corresponderam a 18,8% do custo total de produção de *E. leiocarpa* em recipiente biodegradável. Ao analisar as mudas produzidas em recipientes de polietileno, constatou-se com o custo de mão de obra foi em média 57,2%, seguido dos insumos com 15,6% e dos encargos sociais representaram em média 23,5% do custo total de produção.

Tabela 33. Estatística descritiva do custo de produção (US\$ mil⁻¹) para mudas de *E. leiocarpa*.

Estatísticas	Biodegradável			Polietileno		
	L8	L11	L14	L8	L11	L14
Mínimo	301.98	303.94	305.90	722.30	725.35	983.33
Máximo	408.56	411.22	413.87	977.24	981.35	1,330.38
Moda	355.27	357.58	359.89	849.77	853.35	1,156.85
Desv. Pad.	21.76	21.90	22.04	52.04	52.26	70.84

A receita bruta obtida com a comercialização das mudas arbóreas foi estimada a partir de uma margem de ganho de 20,0% sobre o custo de produção.

Conforme os coeficientes apresentados na Figura 3 para as três lâminas de irrigação empregadas na produção de mudas de *E. leiocarpa* em recipiente biodegradável, indicam que o preço de venda (US\$ mil⁻¹) é a única variável que possui correlação positiva (0,77) com o VPL, situação calculada mediante as condições de mercado atual, refletindo de forma concisa nos dados de saída do projeto, fato que define a tomada de decisão. As demais variáveis (*inputs*) do modelo estocástico apresentaram uma correlação de *Spearman* negativa com VPL, confirmando que o maior risco do projeto de investimento está associado ao custo total de produção (US\$ mil⁻¹) e à quantidade de dias necessários para a produção das mudas.

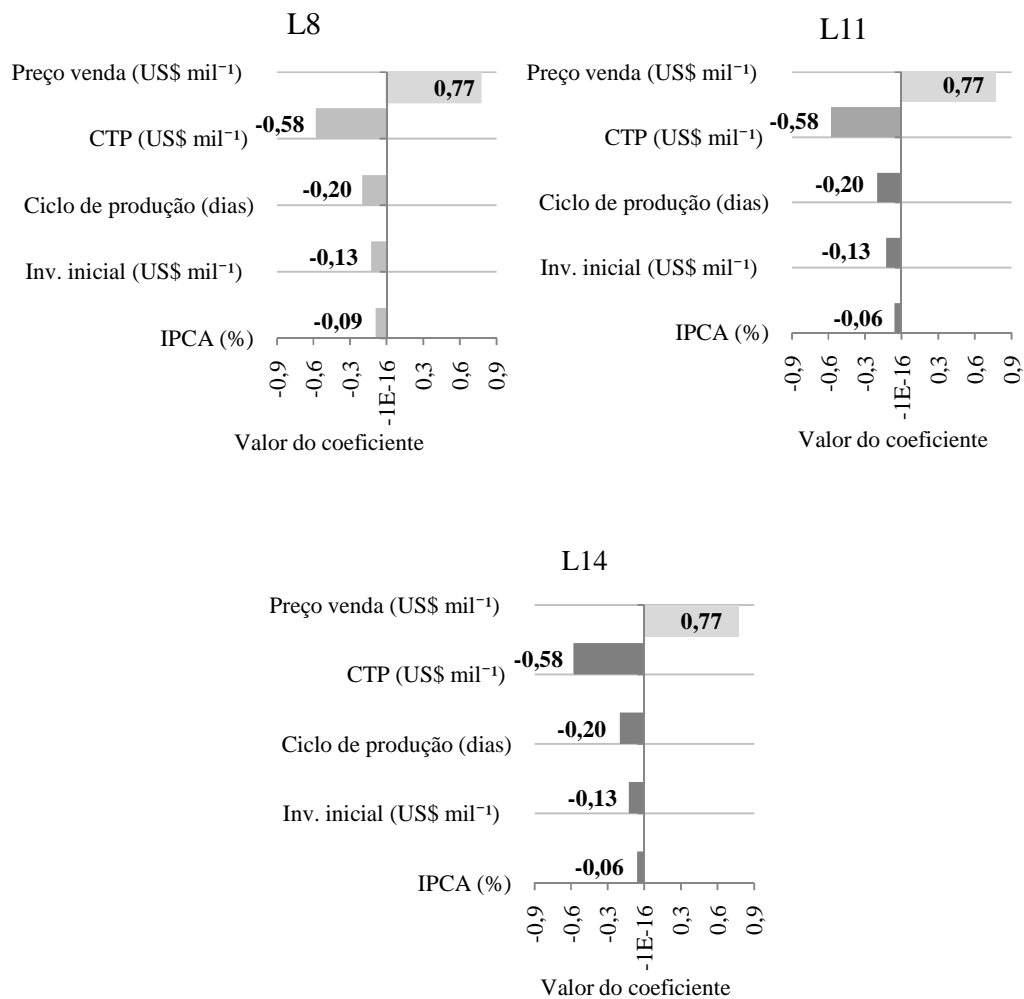


Figura 3. Coeficiente de correlação linear de *Spearman* das variáveis de entrada do modelo de simulação estocástica em relação ao VPL do projeto de investimento para a produção de mudas em recipientes biodegradáveis.

Assim como no recipiente biodegradável, os coeficientes presentes na Figura 4 mostram para as três lâminas de irrigação na produção de mudas de *E. leiocarpa* em recipiente de polietileno que o preço de venda (US\$ mil⁻¹) é a única variável que possui correlação positiva (0,78) com o VPL. Por outro lado, os outros quatro *inputs* restantes do modelo estocástico apresentaram uma correlação de *Spearman* negativa com VPL, confirmando que o maior risco do projeto de investimento está associado ao custo total de produção (US\$ mil⁻¹) e à quantidade de dias necessários para a produção das mudas.

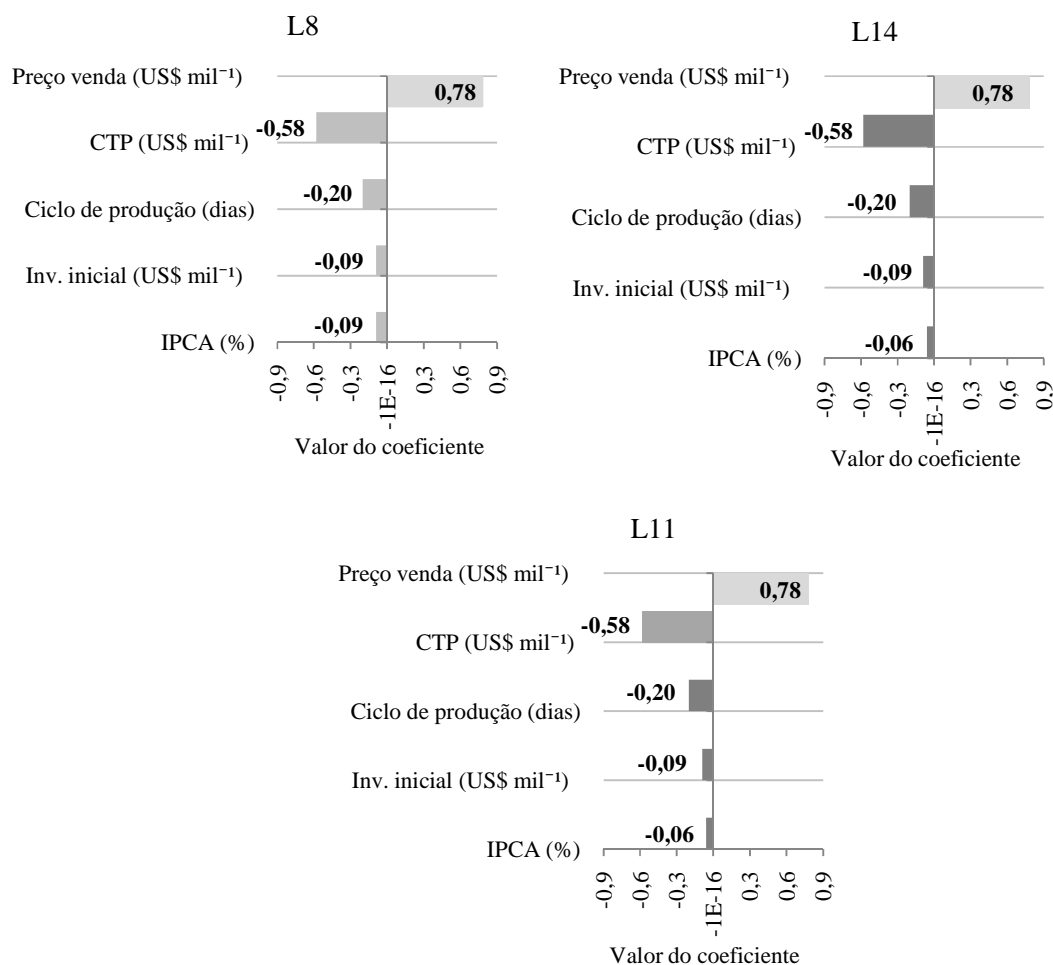


Figura 4. Coeficiente de correlação linear de *Spearman* das variáveis de entrada do modelo de simulação estocástico em relação ao VPL do projeto de investimento para a produção de mudas em recipientes de polietileno.

Os resultados da estatística descritiva (Tabela 34) permitem sopesar que a assimetria e curtose do VPL para a produção de *E. leiocarpa* em recipientes biodegradáveis, possuem distribuição com padrão aproximadamente normal, respectivamente próximos de 0 e 3 e corroborado pela proximidade das medianas com os respectivos valores médios e modais obtidos para todas as lâminas de irrigação. Ao avaliarem a viabilidade econômica do cultivo e extração de óleo essencial de um plantio de *Malaleuca alternifolia*, Castro et al. (2005) verificaram que na análise de sensibilidade o risco de investimento para esta atividade se apresentar inviável é baixo, pois, afirmaram que uma variação com um aumento de 10% na receita média anual acarreta aumenta 9,8% no VPL, por outro lado, um

aumento de 10% no custo médio de implantação acarreta em uma diminuição de apenas 1,3% no valor do VPL. De acordo com Leonel (2007) os projetos florestais caracterizam pelo elevado risco técnico e econômico, que usualmente estes riscos são associados ao período de longo prazo, pois, envolve fatores como incêndios, pragas, doenças, sinistros, volatilidade de mercado e preços, os quais afetam a viabilidade e atratividade dos projetos.

Tabela 34. Estatística descritiva do Valor Presente Líquido para a produção *E. leiocarpa* em recipientes biodegradáveis.

Estatística	Valor Presente Líquido (US\$)		
	L8	L11	L14
Mínimo	(1,888.98)	(1,809.21)	(1,804.01)
Máximo	3,880.84	3,979.79	4,009.36
Média	811.41	830.28	841.84
Desvio Padrão	809.54	818.84	820.99
Variância	655362.3	670497.1	674018.3
Assimetria	0.08241762	0.08006299	0.07632107
Curtose	2.781259	2.755517	2.768106
Erros	0	0	0
Moda	894.18	913.26	928.83
Percentis			
5%	(497.59)	(507.35)	(497.92)
15%	(44.65)	(33.29)	(26.32)
25%	243.08	255.63	265.33
35%	482.69	495.23	509.03
45%	698.33	712.60	726.26
55%	904.11	923.62	939.03
65%	1,121.68	1,146.50	1,160.36
75%	1,364.19	1,391.81	1,403.53
85%	1,667.08	1,700.80	1,709.32
95%	2,166.96	2,200.20	2,213.64

O risco do VPL ser negativo para o projeto de investimento destinado à produção de mudas em recipientes biodegradáveis é de 16,4, 16,0 e 15,8%, respectivamente, para as lâminas de irrigação L8, L11 e L14. Na produção de mudas de *Croton urucurana* e *Cytherexylum myrianthum* em diferentes substratos e fertilizações, Uesugi (2014) encontrou um maior VPL (US\$ 3,909.21 mil⁻¹), destacando que o tratamento utilizado para obter este VPL será o que proporcionará o maior retorno econômico ao investido. Já Figueiredo et al. (2005) ao trabalhar com *Tectona grandis* e avaliar a sensibilidade do VPL com relação a taxas que variavam entre 6 a 14% a.a., determinaram que o VPL se torna negativo ao usar uma taxa superior à 12,5% a.a., não tornando viável o projeto de investimento.

O melhor VPL está associado às mudas produzidas no recipiente biodegradável com o uso da maior lâmina de irrigação, e, a menor VPL é observado com o uso da menor lâmina de irrigação. Dessa maneira, deve-se presumir a qualidade das mudas e o menor custo de produção possível, e conseqüentemente obter maior lucro.

Os resultados da estatística descritiva (Tabela 35) permitem afirmar que a assimetria e curtose do VPL para a produção de *E. leiocarpa* em recipientes de polietileno, possuem distribuição com padrão aproximadamente normal, respectivamente próximos de 0 e 3.

Para as mudas produzidas em recipientes de polietileno, o risco do VPL ser negativo para o projeto de investimento é de 3,5, 3,6 e 3,5%, respectivamente, para as lâminas de irrigação L8, L11 e L14, que representam um risco menor em relação ao recipiente biodegradável, de aproximadamente à 22%. É observado no menor percentil (5%) que a lâmina L8 apresentou maior VPL e L11 o menor VPL, já no maior percentil (95%) quanto maior a lamina de irrigação, maior o VPL.

Tabela 35. Estatística descritiva do Valor Presente Líquido para a produção de *E. leiocarpa* em recipientes de polietileno.

Estatística	Valor Presente Líquido (US\$)		
	L8	L11	L14
Mínimo	(1,862.15)	(1,775.77)	(1,730.33)
Máximo	6,823.81	6,957.97	7,117.24
Média	2,176.71	2,196.45	2,205.20
Desvio Padrão	1,229.93	1,241.23	1,241.48
Variância	1512738	1540663	1541271
Assimetria	0.08383264	0.08193121	0.07866345
Curtose	2.777972	2.751534	2.762401
Erros	0	0	0
Moda	2,020.70	2,164.07	2,206.77
Percentis			
5%	188.72	171.82	180.82
15%	874.93	886.96	892.71
25%	1,313.51	1,323.88	1,333.64
35%	1,673.60	1,688.07	1,698.73
45%	2,005.71	2,017.13	2,028.98
55%	2,317.23	2,337.81	2,352.13
65%	2,648.76	2,675.79	2,687.82
75%	3,016.92	3,047.86	3,054.02
85%	3,474.37	3,514.11	3,518.41
95%	4,235.28	4,271.99	4,285.11

Em relação à taxa de reinvestimento dos fluxos intermediários de caixa, admitiu-se um modal de 7,7% a.a., projetada a partir da série dos rendimentos creditados à Caderneta de Poupança Total. Quanto à Taxa Mínima de Atratividade, projetou-se por meio do modelo ARIMA (p,d,q) um valor modal de 8,6% a.a. Com a estimativa da receita bruta com a venda das mudas com 20% de ganho sobre o custo de produção das mudas de *E. leiocarpa*, e para um planejamento eficaz do orçamento a ser utilizado neste investimento, é

importante avaliar os custos de produção, além da e quantidade de dias do ciclo produtivo e a TMA.

Destarte, a probabilidade da TIRM do projeto de investimento financeiro destinado às mudas de *E. leiocarpa* em recipientes biodegradáveis ser menor do que a TMA é de 23,1% para a lâmina de irrigação L8, 22,6% para a lâmina L11 e 22,3% para a lâmina L14. Quanto às mudas produzidas em recipientes de polietileno têm-se um risco de 5,1% da TIRM para os projetos que empregaram as lâminas de irrigação L8 e L11 e 5,2% para a lâmina L14. A TIRM torna-se o fluxo financeiro heterogêneo original em um de caráter homogêneo, atualizando todos os custos a uma taxa de financiamento, e capitaliza todos os rendimentos a uma taxa de reinvestimento (BIONDI, 2006). Para Barbieri et al. (2007) a TIRM é um indicador melhor da taxa de retorno de longo prazo, de um projeto de investimento, desde que convencional, por levar em conta a realidade do mercado. Deste modo, na Tabela 36 é apresentada a estatística descrita da Taxa Interna de Retorno Modificada.

Tabela 36. Estatística descritiva da Taxa Interna de Retorno Modificada (%) para mudas de *E. leiocarpa*.

Estatísticas	Biodegradável			Polietileno		
	L8	L11	L14	L8	L11	L14
Mínimo	(9,9)	(16,2)	(6,2)	(8,0)	(14,6)	(4,3)
Máximo	15,1	14,9	15,2	17,6	17,3	17,6
Moda	10,5	10,5	10,8	13,0	13,0	13,2
Desv. Pad.	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

O VAUE apresenta um papel importante nos projetos investimentos, pois é considerado um fator excludente quando se tem o menor VAUE, e ao contrário também ocorre, o melhor projeto é aquele que tiver o maior saldo positivo (PILÃO e HUMMEL, 2003). Portanto, o maior ganho (256.94 US\$ mil⁻¹) será com as mudas produzidas a partir do recipiente de polietileno com a lâmina de irrigação L14 a cada ciclo de produção, durante os 20 anos de vida útil do projeto. Em contrapartida, as mudas produzidas em

recipientes biodegradáveis irrigadas com a lâmina L14 resultarão num menor ganho (62.64 US\$ mil⁻¹) para o empreendedor florestal a cada ciclo produtivo.

O *Payback* descontado, que é baseado no VPL, leva em conta o tempo de recuperação de um capital investido por um viveirista florestal para a produção de mudas em recipientes biodegradáveis, e neste caso será em média de 8,2 anos, contudo, existe a expectativa de 50,1% para essa ocorrência. O mesmo indicador, resultou num período médio de 5,5 anos para recuperar o investimento despendido para a produção de mudas em recipientes de polietileno, sendo esse pautado numa expectativa de 48,8%. Brom e Balian (2007) referem-se ao *payback* descontado como o tempo necessário para que o projeto recupere o investimento realizado mais o retorno mínimo exigido pelo investidor (investimentos e retornos são considerados em valor presente). Nisso, o *payback* descontado retrata os ganhos reais por meio da variação do fluxo de caixa ao longo do projeto de investimento, porém, não deve ser o único método utilizado para a análise econômica de um projeto de investimento florestal.

1.24 Conclusões

Para a implantação do projeto, o maior custo de investimento é relacionado à infraestrutura do viveiro que representa 68,5% do investimento inicial.

Quanto ao custo total de produção das mudas, destaca-se como maior relevância a mão de obra perfazendo-se 47,7 e 57,2% do custo para o recipiente biodegradável e de polietileno, respectivamente.

O maior risco do projeto é associado ao custo total de produção (US\$ mil⁻¹) e à quantidade de dias necessários para a produção das mudas nos dois recipientes.

O menor risco de investimento do recipiente biodegradável é com a utilização da lâmina L14 (15,8%), e no polietileno é de 3,5% nas lâminas L8 e L11.

A produção de mudas de *E. leiocarpa* com o recipiente polietileno é o que propicia a maior riqueza econômica para o projeto de investimento.

O maior ganho (256.94 US\$ mil⁻¹) foi obtido no recipiente de polietileno com a lâmina de irrigação L14.

Os resultados indicam que os projetos de investimentos possibilitam um retorno do capital investido, ao atingirem em média 8,2 e 5,5 anos da vida útil, respectivamente, para o recipiente biodegradável e polietileno.

1.25 Referências bibliográficas

ARAGÃO, C. S.; PAMPLONA, E.; MEDINA, J. R. V.; Identificação de Investimentos em Eficiência Energética e sua Avaliação de Risco. **Gestão da Produção**, São Carlos, v 20, n.3, de 2013.

CASTRO, C.de.; SILVA, M.L.da; PINHEIRO, A.L.; JACOVINE, L.A.G. Análise econômica do cultivo e extração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Revista Árvore**, v.29, n.2, p.241-249, 2005.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Conversão de moedas**. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>>. Acesso: 05jun. 2015a.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Estatísticas econômico-financeiras**. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/pefi300/telaCtjSelecao.paint>>. Acesso: 05 jun. 2015b.

BARBIERI, J.C.; ÁLVARES, A.C.T.; MACHLINE, C. Taxa interna de retorno: controvérsias e interpretações. **Gestão de produção, operações e sistemas**. Bauru, v.5, n.2, p.131-142, 2007.

BIONDI, Y. The double emergence of the modified internal rate of return: The neglected financial work of Duvillard (1755-1832) in a comparative perspective. **The European Journal of the History of Economic Thought**, Paris,v.13, n.3, p. 311-335, 2006.

BOX G, JENKINS G. **Time series analysis: forecasting and control**. 3. ed. San Francisco: Holden-Day; 1970. 592p.

BROM, L. G.; BALIAN, J. E. A. **Análise de investimentos e capital de giro: conceitos e aplicações**. São Paulo: Saraiva. 2007.

BUJOREANU, I.N. Risk analysis series. Part one – Why risk analysis? **Journal of Defense Resources Management**, Brasov, v.3, n.1, p.139-144, 2012.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais de espécies florestais**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica; Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 2003. v.1, 1039p.

FERRAZ, M.V. **Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção de petúnia-comum (*Petunia x hybrida*)**. 2006. 106p. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciência Agrônomicas, UNESP, Botucatu, 2006.

FIGUEIREDO, E.O.; OLIVEIRA, A.D.de; SCOLFORO, J.R.S. Análise econômica de povoamentos não desbastados de *Tectona grandis* L.f., na microrregião do Baixo Rio Acre. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 342-353, 2005.

KOSTOPOULOU, P.; RADOGLU, K.; DINI PAPANASTASI, O.; ADAMIDOU, C. Effect of mini-plug container depth on root and shoot growth of four forest tree species during early development stages. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.35, p.379-390, 2011.

LEONEL, M. S. **Avaliação econômica do plantio de eucalipto no Extremo Sul da Bahia através do Programa de Fomento Florestal Privado**. 2007. 128f. Dissertação (Mestrado em Economia Empresarial) - Universidade Cândido Mendes. Rio de Janeiro, 2007.

LIMA, F. G. **Análise de riscos**. São Paulo: Atlas. 2015. 318p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. v.1, 384p.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E.N. de. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p.123-139, 1976.

MATSUMOTO, M.; NISHIMURA, T. Mersenne Twister: a 623-dimensionally equidistributed uniform pseudorandom number generator. **ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation**, Nova York, v. 8, n. 1, p. 3-30, mar. 1998.

MENDONÇA, T.G.; LÍRIO, V.S.; MOURA, A.D.; REIS, B.S.; SILVEIRA, S. F. Avaliação da viabilidade econômica da produção de mamão em sistema convencional e de produção integrada de frutas. **Rev Econ Nordeste**, v.40, p.699-723. 2009.

PALISADE CORPORATION. **@Risk para Excel**. Versão 6.3.1 Edição Industrial. Newfield: Palisade Corporation, 2014.

PILÃO, N. E.; HUMMEL, P .R. V. **Matemática Financeira e Engenharia Econômica: A teoria e a prática da análise de projetos de investimentos**. Pioneira Thomson Learning. São Paulo: 2003.

OLIVEIRA, M.H.F. **A avaliação econômico-financeira de investimentos sob condição de incerteza: uma comparação entre o método de Monte Carlo e o VPL Fuzzy**. 2008. 231p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

OLIVEIRA, R.J.; PAMPLONA, E. de O. A volatilidade de projetos industriais para uso em análise de risco de investimentos. **Gestão e Produção**, 19: 337-345. 2012.

SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. **Annals of Statistics**. v. 6, n. 2 p. 461-464, mar. 1978.

SHEY, J.; IMAM, S. H.; GLENN, G. M.; ORTS, W. J. Properties of baked starch foam with natural rubber latex. **Industrial Crops and Products**, Tucson, [s.i], n.24, p.34-40, 2006.

SILVA, D. A. L.; CARDOSO, E. A. C.; VARANDA, L. D.; CHRISTOFOR, A. L.; MALINOVSKI, R. A. Análise de viabilidade econômica de três sistemas produtivos de carvão vegetal por diferentes métodos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG. v. 38, n. 1, p. 185-193, 2014.

SILVA, M. L.; FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra (VET). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 931-936, 2005.

SILVA, M. R.; KLAR, A. E.; PASSOS, J. R. Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio nas características de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex Maiden). **Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 1, p. 31-40, 2004.

SIMIONI, F.J.; HOEFLICH, V.A. Avaliação de Risco em Investimentos Florestais. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 52, p. 79-92, 2006.

SIMÕES, D.; BUENO, T. Análise de viabilidade econômico-financeira e de risco do processamento mínimo de vegetais. **Revista Economia & Gestão**, Belo Horizonte, v. 14, n. 37, 2014.

SIMÕES, D.; RIBEIRO, J. P.; GOUVEIA, P. R.; SANTOS, J. C. Economical and financial analysis of aviaries for the integration of broilers under conditions of risk. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 39, n. 3, p.240-247, 2015.

SIMÕES, D.; SCHERRER, L. C. Monte Carlo simulation applied to economic and financial analysis of an agribusiness project. **Tekhne e Logos**, Botucatu, v. 5, n. 2, p. 1-14. 2014.

SIMÕES, D.; SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 91-100, 2012.

UESUGI, G. **Desenvolvimento e viabilidade econômica de mudas de espécies florestais nativas com o uso de fertirrigação em substratos a base de biossólido compostado**. 2014. 112f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos e respondendo as hipóteses do experimento, tem-se:

- As mudas produzidas no recipiente biodegradável foram superiores nos dois ciclos produtivos para as três espécies, exceto para o maior ciclo do guarantã, que foi similar com o polietileno;
- O manejo hídrico mais adequado foi diferente entre as espécies, e apenas na aroeira-pimenteira não houve diferença dos manejos hídricos nos recipientes;
- As espécies ipê-amarelo-liso e guarantã apresentaram desenvolvimento inicial em vaso maior no recipiente biodegradável do que do polietileno em ambos os ciclos, e na aroeira, o biodegradável foi superior no maior ciclo;
- Quanto ao custo de produção das mudas, tanto para oipê-amarelo-liso como para o guarantã, o recipiente biodegradável apresentou a maior economicidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A.C.; SILVEIRA, S.F.; SANFUENTES, E. Current status and control strategies of diseases associated to clonal propagation of *Eucalyptus* in Brazil. In: **Iufro Conference of Silviculture and Improvement of *Eucalyptus***. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisas Florestais, Colombo, p.106-111, 1997.

ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F.de. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004, 442p.

ANGELOTTI, W. F. D.; FONSECA, A. L.; TORRES, G. B.; CUSTODIO, R.; Uma abordagem simplificada do método Monte Carlo Quântico: da solução de integrais ao problema da distribuição eletrônica. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 2, 2008.

ARAGÃO, C. S.; PAMPLONA, E.; MEDINA, J. R. V.; Identificação de Investimentos em Eficiência Energética e sua Avaliação de Risco. **Gestão da Produção**, São Carlos, v 20, n.3, de 2013.

ASSAF NETO, A. A dinâmica das decisões financeiras. **Caderno de Estudos**. São Paulo, n. 16, Dez. 1997.

ASSAF NETO, A. **Os métodos quantitativos de análise de investimento**. Caderno de Estudos nº06. São Paulo: FIPECAFI, 1992. 16p.

ATAÍDE, G.M.; CASTRO, R.V.O.; SANTANA, R.C.; DIAS, B.A.S.; CORREIA, A.C.G.; MENDES, A.F.N. Efeito da densidade na bandeja sobre o crescimento de mudas de eucalipto. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha-MA, v. 4, n. 2, p.21-26, 2010.

ARAÚJO, L.A.; OLIVEIRA, L.M.Q. Aspectos do comportamento das sementes de guarantã (*Esenbeckia leiocarpa* Engl.) – Rutaceae. **Informativo Abrates**, Brasília, DF, v.7, n.1/2, jul./ago, 1997. P.233. Edição de resumos do 10º Congresso Brasileiro de Sementes, 1997. Foz do Iguaçu.

BALARINE, O.F.O. O uso da análise de investimentos em incorporações imobiliárias. **Revista Produção**, São Paulo, v.14, n.2, p.47-57, 2004.

BALLAL, M.E. Effect of some nursery practices on quality and field performance of Acacia Senegal seedlings in Western Sudan. **U.K.J.Agric. Sci.**, v.4, n.2, p. 128-138, 1996.

BARBIERI, J.C.; ÁLVARES, A.C.T.; MACHLINE, C. Taxa interna de retorno: controvérsias e interpretações. **Gestão de produção, operações e sistemas**. Bauru, v.5, n.2, p.131-142, 2007.

BARROSO, D.B.; CARNEIRO, J.G.A.; LELES, P.S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 7, n.1, p.238 - 250, 2000.

BEESON, R. C. Jr.; BILDERBACK, T. E.; BOLUSKI, B.; CHANDLER, S.; GRAMLING, H. M.; LEA-COX, J. D.; HARRIS, R. R.; KLINGER, P. J.; MATHERS, H. M. Strategic vision of container irrigation in the next ten years. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington DC, v. 22, n. 2, p. 113-115, 2004.

BENTES-GAMA, M. M. et al. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho D'Oeste – RO. **Revista Árvore**, v.29, n.3, p.401-411, 2005.

BERALDI, P.; De SIMEONE, F.; VIOLI, A. Generating scenario trees: A parallel integrated simulation–optimization approach. **Journal of Computational and Applied Mathematics**. v.233, p.2322-2331, 2010.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3 ed. São Paulo: Ceres, v.1, 1995. 919 p.

BERGER, R. **Análise benefício-custo: instrumento de auxílio para tomada de decisões na empresa florestal**. IPEF: Circular técnica nº97, 1980.

BERNARDINO, D.C.S.; PAIVA, H.N.; NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; MARQUES, V.B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.863-870, 2005.

BERTOLANI, F.; VILLELA FILHO, A.; NICOLIELO, N.; SIMÕES, J.W.; BRASIL, U.M. Influência dos recipientes e dos métodos de semeadura na formação de mudas de *Pinus caribaeamorelet* var. *hondurensis*. **IPEF**, n.11, p.71-77, 1975.

BIONDI, Y. The double emergence of the modified internal rate of return: The neglected financial work of Duvillard (1755-1832) in a comparative perspective. **The European Journal of the History of Economic Thought**, Paris, v.13, n.3, p. 311-335, 2006.

BIRCHLER, T.; ROSE, R.W.; ROYO, A.; PARDOS, M. La planta ideal: revision del concepto, parâmetros definitorios e implementación practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, v.7, n.1-2, p.109-121, 1998.

BRIASSOULIS, D. Analysis of the mechanical and degradation performances of optimised agricultural biodegradable films. **Polymer Degradation and Stability**, n.92, p.1115-1132, 2007.

BRIASSOULIS, D. Mechanical behaviour of biodegradable agricultural films under real field conditions. **Polymer Degradation and Stability**, n.91, p.1256-1272, 2006.

BRIGHAM, E. F.; EHRHARDT, M. C. **Administração Financeira: Teoria e Prática**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2006.

BRIGHAM, E. F.; GAPENSSKI, L. C.; EHRHARDT, M. C. **Administração Financeira: Teoria e Prática**. São Paulo: Editora Atlas, 2001.

BROM, L. G.; BALIAN, J. E. A. **Análise de investimentos e capital de giro: conceitos e aplicações**. São Paulo: Saraiva. 2007.

BRASIL, U.M.; SIMÕES, J.W.; SPELTZ, R.M. Tamanho adequado dos tubetes de papel na formação de mudas de eucalipto. **IPEF** n.4, p.29-34, 1972.

BRUNI, A.L.; FAMÁ, R.; SIQUEIRA, J.O. Análise do risco de avaliação de projetos de investimento: uma aplicação do Método Monte Carlo. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v.1, n.6, 1998.

BUJOREANU, I.N. Risk analysis series. Part one – Why risk analysis? **Journal of Defense Resources Management**, Brasov, v.3, n.1, p.139-144, 2012.

CAMPOS, M.A.A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesq. agropec. bras.**, v.37, n.3, p.281-288, 2002.

CANDIDO, V.; CASTRONUOVO, D.; MICCOLIS, V. The use of biodegradable pots for the cultivation of poinsettia. **Acta Hort.** (ISHS), v.893, p.1147-1154, 2011.

CALDEIRA, M.V.W.; ROSA, G.N. da; FENILLI, T.A.B.; HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.1, p.27-33, 2008.

CÁRCAMO, C.N.; HERRERA, M.A.; ARANDA, F.D.; DONOSO, P.J. Evaluación de la rentabilidad del manejo en bosques secundarios de canelo (*Drimys winteri*) en la Cordillera de la Costa de Valdivia, Chile. **Bosque**, Valdivia, v.31, n.3, p.209-218, 2010.

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

CARNEIRO, J. G. de A. Variações na metodologia de produção de mudas florestais afetam os parâmetros morfofisiológicos que indicam sua qualidade. **Série Técnica. FUPEF**. Curitiba, v. 12, p.1-40, 1983.

CARVALHO, F. M.; FIUZA, M. A.; LOPES, M. A.; Determinação de custos como ação de competitividade: estudo de um caso na avicultura de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n.3, 2008.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais de espécies florestais**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica; Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 2003. v.1, 1039p.

CARVALHO, P.E.R. Potencialidade e restrições da regeneração artificial de espécies madeireiras nativas do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL DO PARANÁ, 2., 1988, Curitiba. **Anais**, Curitiba: Instituto Florestal do Paraná, 1988, p.292-320.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B.H. **Análise de investimentos**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 1996. 448p.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de Investimento: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 10.ed. São Paulo: Atlas, 2007. 468 p.

CERVI, R. G.; **Avaliação econômica do aproveitamento do biogás e biofertilizante produzido por biodigestão anaeróbia: Estudo de caso em unidade biointegrada**. 57 f. Dissertação (Agronomia). Apresentado a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônomicas, campus de Botucatu/SP. 2009.

CERVI, R. G.; ESPERANCINI, M.S.T.; BUENO, O.C. Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suínica para geração de energia elétrica. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.30, n.5, p.831-844, 2010.

CHIELLINI, E. & SOLARO, R. “*Environmentally Degradable Polymers and Plastics. An Overview*”, in: Anais do International Workshop on Environmentally Degradable and Recyclable Polymers in Latin America, p. 15-20, Campinas – SP, Nov (1998).

COELHO, M.H.; COELHO, M.R.F. Potencialidades econômicas de florestas plantadas de *Pinus elliottii* em pequenas propriedades rurais. **Rev. Paranaense de Desenvolvimento**, n. 123, p. 257-278, 2012.

COLLA R. E. **Biofilmes de farinha de amaranto adicionados de ácido esteárico: elaboração e aplicação em morangos frescos (*Fragaria ananassa*)**. 2004, 198p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas-SP.

CORDEIRO, S. A. **Avaliação econômica e simulação em sistemas agroflorestais**. 2010. 96 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2010.

CORREA, E.L. **A viabilidade econômica do gás natural**. 2002. 83p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CORREIA NETO, J. F.; MOURA, H. J. de; FORTE, S.H. C.A. Modelo prático de previsão de Fluxo de Caixa Operacional para empresas comerciais considerado os Efeitos de Risco, através do Método de Monte Carlo. **Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 1-5, 2002.

DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. (Eds). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. 1. ed. Lavras: MG, UFLA, 2008, cap.2, p.83-94.

DELGADO, L.G.M. **Produção de mudas nativas sob diferentes manejos hídricos**. 2012. 99p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

DELİĞÖZ, A. Seasonal changes in the physiological characteristics of Anatolian black pine and the effect on seedling quality. **Turk J Agric For**, v. 35, p.23-30, 2011.

De MARCO, A.; THAHEEM, M.J. Risk analysis in construction projects: a practical selection methodology. **American Journal of Applied Sciences**, New York, v.11, n.1, p.74-84, 2014.

DEY, D.C. ; PARKER, W.C. Morphological indicators of stock quality and field performance of red oak (*Quercus rubra* L.) Seedlings underplanted in central Ontario shelterwood. **New Forests**, v.14, n.2, p. 145-156, 1997.

DIAS, B.A.S. **Análise comparativa de tubetes biodegradáveis e de polietileno na produção de mudas de *Paratecoma peroba* (Record&Mell) Kuhl**. 2011. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

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

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

DIKMEN, I.; BIRGONUL, M.T.; ANAC, C.; TAH, J.H.G.; AOUD, G. Learning from risks: A tool for post-project risk assessment. *Automation in Construction*, 18 (1), p.42-50, 2008.

DONATELLI, G.D.; KONRATH, A.C. Simulação de Monte Carlo na avaliação de incertezas de medição. **Revista Ciência e Tecnologia**, Piracicaba, v.13, n.25/26, p.5.15, 2005.

DOSSA, D. **A decisão econômica num sistema agroflorestal**. Colombo: Embrapa Floresta, 2000. 24p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 39).

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M.B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M.A. de O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas & Letras, 1997, 65p.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. 14p. (IF Série registros, 4).

DURYEA, M. L. Nursery cultural practices: impacts on seedling quality. In: DURYEA, M. L.; LANDIS, T. D. **Forest nursery manual: production of bareroot seedlings**. Corvallis: Martinus Nijhoff, 1984. p.143-164.

EHRlich, P.; MORAES, E. **Engenharia Econômica avaliação e seleção de projetos de investimento**. 6.ed.. São Paulo: Atlas, 2005.

ESPÍRITO SANTO, F.S. do; SILVA CASTRO, M.M. da; RAPINI, A. Two new species of *Handroanthus* Mattos (Bignoniaceae) from the state the Bahia, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.26, n.3, p.651-657, 2012.

FABRO, A.T.; LINDEMANN, C.; VIEIRA, S.C. Utilização de sacolas plásticas em supermercados. **Campinas: Revista Ciências do Ambiente OnLine**. v. 3, n. 1, UNICAMP, 2007.

FALCONE, D.M.B.; AGNELLI, J.A.M.; FARIA, L.I.L. de. Panorama setorial e perspectivas na área de polímeros biodegradáveis. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v.17, n.01, p.5-9, 2007.

FELDENS, A.G.; MULLER, C.J.; FILOMENA, T.P.; KLIEMANN NETO, F.J.; CASTRO, A.S.; ANZANELLO, M.J. Política para avaliação e substituição de frota por meio de adoção de modelo multicritério. **ABCustos Associação Brasileira de Custos**, v.1, n.1, p.25-50, 2010.

FERRAZ, M.V. **Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção de petúnia-comum (*Petunia x hybrida*)**. 2006. 106p. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciência Agrônomicas, UNESP, Botucatu, 2006.

FERREIRA, C.A.G.; DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R.de. Relações hídricas em mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook., em tubetes, aclimatadas por tratamentos hídricos. **Revista Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p.95-104, 1999.

FERREIRA JR, S.; BAPTISTA, A. J. M. S. Impactos do programa de fomento à cafeicultura no pequeno produtor do município de Viçosa – MG: uma análise financeira sob condições de risco. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa/MG, v. 1, n. 4, p. 561-573, Out./Dez. 2003.

FERRETTI, A.R.; KAGEYAMA, P.Y.; ÁRBOCZ, G. de F.; SANTOS, J.D. dos; BARROS, M.I.A. de; LORZA, R.F.; OLIVEIRA, C.de. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para a revegetação com nativas no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v.3, n.7, p.73-84, 1995.

FEUILLOLEY, P.; CESAR, G.; BENGUIGUI, L.; GROHENS, Y.; PILLIN, I.; BEWA, H.; et al. Degradation of polyethylene for agricultural purposes. **Journal of Polymers and Environment**, v.3, n.4, p. 349-55, 2005.

FIGUEIREDO, A.M.; SANTOS, R.A. dos; SANTOLIN, R.; REIS, B.C. Integração na criação de frangos de corte na microrregião de Viçosa-MG: viabilidade econômica e análise de risco. **RER**, Rio de Janeiro, v.44, n.4, p.713-730, 2006.

FLORES, H.J.M.; MAGAÑA, J.J.G.; ÁVALOS, V.M.C.; GUTIÉRREZ, G.O.; VEGA, Y.Y.M. Características morfológicas de plântulas de dos especies forestales tropicales propagadas en contenedores biodegradables y charolas styroblock. **Rev. Mex. Cien. For.**, v.2, n.8, 2011.

FONSECA, E. P.de; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v.26, n.4, p.515-523, 2002.

FREITAS, A. J. P.; KLEIN, J. E. M. Aspectos técnicos e econômicos da mortalidade de mudas no campo. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1.:1993: Curitiba); CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.: 1993: Curitiba). **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. p. 736.

FREITAS, T.A.S.de; BARROSO, D.G.; SOUZA, L.S.; CARNEIRO, J.G.A. Efeito da poda de raízes sobre o crescimento das mudas de eucalipto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n. 1, p.1-6, 2009.

FRIZZONE, J.A.; de FREITAS, P.S.L.; REZENDE, R.; de FARIA, M.A. Necessidade de irrigação. In: **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. Maringá: Eduem, 2012, capítulo 4, p.141-195.

- GITMAN, L.J. **Princípios de administração financeira**. 10. ed. São Paulo: Pearson Addisson Wesley, 2004.
- GOMES, J. M. et al. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em “Win-Strip”. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 15, n. 1, p. 35-42, 1991.
- GOMES, J.M.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização NPK. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.113-127, 2003.
- GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004, 116p.
- GONÇALVES, J.L.M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos**. Águas de Lindóia: Sociedade Latino-Americana de Ciência do Solo, 1996.
- GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P.; MANARA, M.P. 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, 2000. Cap. 11, p.309-350.
- GROSSNICKLE, S.C.; FOLK, R.S. Stock Quality Assesment: Forecasting Survival or Performance on A Reforestation Site. **Tree Planters’ Notes**, v.44, n.3, p.113 -121. 1993.
- GRUBER, Y.B.G. **Otimização da lâmina de irrigação na produção de mudas clonais de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* var. *plathyphylla*)**. 2006. 145f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- GUIMARÃES, E.F.; MAUTONE, L.; MATTOS FILHO, A. Considerações sobre a floresta pluvial baixo-montana: composição florística em área de remanescente no Município de Silva Jardim, Estado do Rio de Janeiro. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, v.23, p.45-53, 1988.
- HAASE, D.L. Morphological and Physiological Evaluations of Seedling Quality. In: **National Proceedings: Forest and Conservation Nursery**. Associations Proceedings RMRS-P-50. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO, pp.3-8, 2007.
- HAHN, C.M. et al. Custo. In: HAHN, C.M. (Ed). **Recuperação florestal: da semente a muda**. São Paulo: SMA, 2006. p. 73-76.

HARDT, E.; PEREIRA-SILVA, E.F.L.; ZAKIA, M.J.B.; LIMA, W.P. Plantios de restauração de matas ciliares em minerações da Bacia do Rio Corumbataí: eficácia na recuperação da biodiversidade. **Scientia forestalis**, Piracicaba, n. 70, p. 107-123, 2006.

HENRIQUE, C. M. **Caracterização de filmes de féculas modificadas de mandioca como subsídio para aplicação em pós-colheita de hortícolas**. 2002. 142p. Tese(Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

HENRIQUE, C.M.; CEREDA, M.P.; SARMENTO, S.B.S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência e Tecnologia dos alimentos**, Campinas, 28(1): 231-240, 2008.

HOLANDA, N. **Planejamento e Projetos, uma introdução às técnicas de planejamento e de elaboração de projetos**. 3 ed. Rio de Janeiro; APEC, 1975.

IATAURO, R.A. **Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção e o acondicionamento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden**. Botucatu, 2001. 33p. Monografia. Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

IATAURO, A. R. **Avaliação energética da substituição de tubetes de plástico por tubetes biodegradáveis na produção de mudas de aroeira- *Schinus terebinthifolius* Raddi**. 2004. 73p. Dissertação (Mestrado em Energia na agricultura). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

IVETIĆ V., DAVORIJA Z., VILOTIĆ D. Relationship between morphological and physiological attributes of hop hornbeam seedlings. **Bulletin of the Faculty of Forestry**, v.108, p. 39-50, 2013.

JACOBS, D.F. Nursery production of hardwood seedlings. Planting and care of fine hardwood seedlings. FNR-212, NEW 9/03, USDA Forest Service, USA, p. 8, 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**, v.30, p.295-311, 2005.

JACOBS, D.F.; WILSON, B.C.; DAVIS, A.S. Recent trends in hardwood seedling quality assessment. In: Proceedings of the conference “**Forest and Conservation Nursery Associations - 2006**” (Riley LE, Dumroese RK, Landis TD eds). RMRS- P-33, USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO, USA, p. 140-144, 2004.

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

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

KAGEYAMA, P. Y.; CARPANEZZI, A.A.; COSTA, L.G. da S. **Diretrizes para a reconstituição da vegetação florestal ripária de uma área piloto da Bacia de Guarapiranga**. Piracicaba, 1991. 40p. Mimeografado. Relatório apresentado à Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria do Estado do Meio Ambiente.

KAGEYAMA, P. Y. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. **Série Técnica Ipef**, Piracicaba, v.8, n.25, p.1-43, 1992.

KARAHUTA, M. Decision-making and problem solving in real life using parallel Monte Carlo Simulations. **Economy and society and environment**, Presov, v.2, n.1, 2014.

KASSAI, J. R. Conciliação entre a TIR e ROI: uma abordagem matemática e contábil do retorno do investimento. **Caderno estudos**, São Paulo, n. 14, p. 01-29. 1996.

KASSAI, J. R. KASSAI, S.; SANTOS, A. dos; ASSAF NETO, A. **Retorno de Investimento: Abordagem Matemática e Contábil do Lucro Empresarial**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2000.

KELLER, L. **Viabilidade do uso do sistema de blocos prensados na produção de mudas de três espécies arbóreas nativas**. 2006. 41p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, Seropédica, 2006.

KIERULFF, H. MIRR: A better measure. **Business Horizons**, Indianapolis, v. 51, p. 321-329, 2008.

KOSTOPOULOU, P.; RADOGLU, K.; DINI PAPANASTASI, O.; ADAMIDOU, C. Effect of mini-plug container depth on root and shoot growth of four forest tree species during early development stages. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.35, p.379-390, 2011.

LAPPONI, J.C. **Avaliação de projetos e investimentos: modelos em Excel**. São Paulo: Laponi Treinamento e Editora, 1996. 264 p.

LAPPONI, J. C.; **Projetos de investimento: construção e avaliação do fluxo de caixa: modelos em Excel**. São Paulo: LAPONNI, 2000. 376 p.

LEA-COX, J. D.; ROSS, D. S.; TEFFEAU, K. M. A water and nutrient management planning process for container nursery and greenhouse production systems in Maryland. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington DC, v. 19, n. 4, p. 226-229, 2001.

LEONEL, M. S. **Avaliação econômica do plantio de eucalipto no Extremo Sul da Bahia através do Programa de Fomento Florestal Privado**. 128f. Dissertação (Mestrado) Universidade Cândido Mendes. Rio de Janeiro, 2007.

LIMA, M.S.O. **O gás natural como alternativa energética para a indústria têxtil: vantagem competitiva ou estratégia de sobrevivência?** 2007. 170p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

LOPES, M.S.G. **Produção de plásticos biodegradáveis utilizando hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana-de-açúcar**. 2010. 24p. Tese (Doutorado em Biotecnologia). Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

LOPEZ, R.G.; CAMBERATO, D.M. Growth and development of ‘eckespoint classic red’ poinsettia in biodegradable and compostable containers. **HortTechnology**, v.21, n.4, p.419-423, 2011.

LONGMORE, D. The persistence of the Payback Method: a time-adjusted decision rule perspective. **The Engineering Economist.**, v. 34, n. 3, p. 185-194, 1989.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. v.1, 384p.

LYRA, G. B.; PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M. SOUSA, E. F.; LYRA, G. B. Viabilidade econômica e risco do cultivo de mamão em função da lâmina de irrigação e doses de sulfato de amônio. **Acta ScientiarumAgronomy**, v. 32, p. 547-554. 2010

MAÑAS, P.; CASTRO, E.; DE LAS HERAS, J. Quality of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait) seedlings using waste materials as nursery growing media. **New Forests**, v. 37, n. 3, p. 295-311, 2009.

MARQUEZAN, L.H.F.; BRONDANI, G. Análise de investimentos. **Revista Eletrônica de Contabilidade**, Santa Maria, v.3, n.1, p.1-15, 2006.

MATHERS, H. M.; YEAGER, T. H.; CASE, L. T. Improving irrigation water use in container nurseries. **HortTechnology**, v. 15, n. 1, p. 8-12, 2005.

MATTSSON, A. Predicting field performance using seedling quality Assessment. **New Forests**, v. 13, p.223–248 , 1996.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F. e TOLEDO, P. E. N. de. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

McKAY, H.M.; ALDHOUS, J.R.; MASON, W.L. Lifting, storage, handling and dispatch. In: ALDHOUS, J.R.; MASON, W.L. (eds.) **Forest nursery practice**. London: Forestry Commission Bulletin 111, HMSO, 1994, p. 198-222.

MENDES, J. T. G. **Economia: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo. Prentice Hall. 2004. 309 p.

MENZIES, M.I.; HOLDEN, D.G.; KLOMP, B.K. Recent trends in nursery practice in New Zealand. **New Forests**, v.22, n.1-2, p. 3-17, 2001.

MEXAL, J.G.; CUEVAS RANGEL, R.A.; NEGREROS CASTILLO, P.; LEZAMA C.P. Nursery production practices affect survival and growth of hardwoods in Quintana Roo, Mexico, **For. Ecol. Manage.**, v. 168, n.1, p. 125-133, 2002.

MINARDI, A.M.C.F. Teoria de opções aplicada a projetos de investimento. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, n.2, p.74-79, 2000.

MOREIRA, E.J.C.; MAYRINCK, R.C.; MELO, L.A.; TEIXEIRA, L.A.F.; DAVIDE, A.C. Desenvolvimento de mudas de angico vermelho no campo produzidas em tubetes biodegradáveis. In: X CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2011, São Lourenço/MG. **Resumos...** São Lourenço: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2011.

MORSE, W J.; ROTH, H. P. “**Cost Accounting: Processing, Evaluating, and Using Cost Data**”. Boston: Third Edition. Addison Wesley Publishing Company, 1986. 993 p.

NAJAFI, A.A.; KARIMI, H.; CHAMBARI, A.; AZIMI, F. Two metaheuristics for solving the reliability redundancy allocation problem to maximize mean time to failure of a series-parallel system. **Scientia Iranica**, Tehran, v.20, n.3, p.832-838, 2013.

NARAYAN, R. Drivers for biodegradable/compostable plastics and role of composting in waste management and sustainable agriculture. **Bioprocessing of Solid Waste and Sludge**, v.11, p. 1-5, 2001.

NEVES, A. L. R. A. **Viabilidade técnico-econômica e análise de risco da implantação de microcervejarias no Brasil**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

NEVES, C. **Análise de investimentos: Projetos Industriais e engenharia econômica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

NOGUEIRA, E. Análise de investimentos. In: BATALHA, M. (ed). **Gestão Agroindustrial**. vol. 2. Atlas, São Paulo, p. 223-288. 1999.

NOGUEIRA, J.C.B. **Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas**. São Paulo: Instituto Florestal, 1977. 71p. (IF Boletim técnico, 24).

NORASHIKIN, M.Z.; IBRAHIM, M.Z. The Potential of Natural Waste (Corn Husk) for Production of Environmental Friendly Biodegradable Film for Seedling. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, n.34, p.176-180, 2009.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas S/A, 1987. 269 p.

OLIVEIRA FILHO, A. T. et al. Espécies de ocorrência do domínio atlântico e do cerrado. In: OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R.(Ed.). **Inventário Florestal de Minas Gerais: Espécies Arbóreas da Flora Nativa**. Lavras: UFLA, 2008. cap. 5, p.217-418.

OLIVEIRA, M.C.B.R. **Gestão de resíduos plásticos pós-consumo: perspectivas para a reciclagem no Brasil**. 2012. 104p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

OLIVEIRA, M.H.F. **A avaliação econômico-financeira de investimentos sob condição de incerteza: uma comparação entre o método de Monte Carlo e o VPL Fuzzy**. 2008. 231p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

PIMENTEL, L. D.; SANTOS, C. E. M.; FERREIRA, A. C. C.; MARTINS, A. A.; WAGNER JÚNIOR, A.; BRUCKNER C. H. Custo de produção e rentabilidade do maracujazeiro no mercado agroindustrial da Zona da Mata Mineira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 397-407, 2009.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. **Microeconomia**. 8.ed. Pearson Education do Brasil: São Paulo. 2013. 742p.

RAVEN P. H., EVERT, R.F., EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan S.A. 5° ed., 1992, p.728.

REBELATTO, D.A.N. **Projeto de investimento: com estudo de caso completo na área de serviços**. Barueri: Manole, 2004.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Avaliação Econômica e Social de Projetos Florestais**. 2nd ed. Viçosa: UFV; 2008.

ROGERS, R.; SANTOS, E.J.do; LEMES, S. Precificação em empresas comerciais: um estudo de caso aplicando o custeio variável através do Método de Monte Carlo. **Revista FAE**, Curitiba, v.11, n.1, p.55-67, 2008.

ROSE, R.; CARLSON, W. C.; MORGAN, P.The target seedling concept. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM; MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Oregon. **Proceedings...** Oregon: USDA, p. 1-9, 1990.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. **Administração Financeira**. São Paulo: Atlas, 1995.

RUBIRA, J.L.P.; BUENO, L.O. **Cultivo de plantas forestales em contenedor: princípios y fundamentos**. Madrid: Mundi Prensa, 2000. 190 p.

SAAD, J.C.C. Fundamentos e critérios para o manejo da irrigação. In: SALOMÃO, L.C.; SANCHES, L.V.C. SAAD, J.C.C.; BÔAS, R.L.V. **Manejo de irrigação: um guia prático para o uso racional da água**. Botucatu: FEPAF, 2009, capítulo 1, p. 1-13.

SÁENZ, R. J. T.; RAMÍREZ, F.J.V.; FLORES, H.J.M.; SANCHES, A.R.; RUIZ, J.A.P. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado em Michoacán. **Folleto Técnico**. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Mich. México. 50 p. 2010.

SAMPAIO FILHO, A. C. S.; **Taxa Interna de Retorno Modificada: Proposta de implementação automatizada para cálculo em projetos não periódicos, não necessariamente convencionais**. 143 f. Dissertação (Administração) Apresentada a Faculdade de economia e finanças IBMEC. Rio de Janeiro. 2008.

SANDRONI, P. **Dicionário de administração e finanças**. São Paulo: Best Seller, 1996.

SCHNORRENBERGER, A.; FENSTERSEIFER, J.E; MACHADO, J.A.D; OLIVEIRA, L.M. de; SCHMITZ, M.J. Cenários, processo decisório e investimentos nas agroindústrias da cadeia produtiva do leite do Vale do Taquari, RS – Brasil. **Custos e agronegócios**, Recife, v.4, p.2-23, 2008.

SHEY, J.; IMAM, S. H.; GLENN, G. M.; ORTS, W. J. Properties of baked starch foam with natural rubber latex. **Industrial Crops and Products**, Tucson, [s.i], n.24, p.34-40, 2006.

SIMIONI, F.J.; HOEFLICH, V.A. Avaliação de Risco em Investimentos Florestais. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 52, p. 79-92, 2006.

SILVA, F.C. da; MARCONI, L.P. Fitossociologia de uma floresta com araucária em Colombo, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.20, p.23-38, 1990.

SILVA, M.L.da; JACOVINE, L.A.G.; VALVERDE, S.B. **Economia Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2002, 178p.

SILVA, M.R.; KLAR, A.E.; PASSOS, J.R. Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio nas características morfofisiológicas de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden). **Revista Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 1, p. 31-40, 2004.

SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 297-302, 2012.

- SIMÕES, D.; SCHERRER, L. R. Monte Carlo simulation applied to economic and financial analysis of an agribusiness project. **Tekhne e Logos**, Botucatu, v.5, n. 2, p. 1-14, 2014.
- SOARES, R.O.; ASCOLY, R.B. Florestas costeiras do litoral leste: inventário florestal de reconhecimento. **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, v.1, n.2, p. 9-20, 1970.
- SOLOMON, E.; PRINGLE, J. **Introdução à administração financeira**. São Paulo: Atlas, 1981.
- SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, técnicas e aplicações**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2009. 186 p.
- SOUZA, A.F. **Avaliação de investimentos**. 1.ed. São Paulo: Saraiva, 2007.
- STEVENS, E.S. *Green Plastics: An Introduction to the New Science of Biodegradable Plastics*. Princeton, NJ: Princeton University Press. 2002.
- STURION, J.A.; ANTUNES, J.B.M. Produção de Mudas de Espécies Florestais. In: **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. 351 p.
- TABARELLI, M. Flora arbórea da floresta estacional baixo-montana no Município de Santa Maria – RS, Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, parte 1, p.260-268, 1992. Edição de Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, São Paulo, SP, mar. 1992.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Nutrição Mineral. In: _____. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013, 5 ed., cap. 3, p.67-81.
- TORAL, I. F. M.; CAMPOS, D. R.; FRATTI, A.B.; VARELA, R. O. Manual de producción de plantas forestales en contenedores. PRODEFO. **Documento Técnico 25**. Guadalajara, Jal., México. 2000, 219 p.
- TORRES, L.V.; OLIVEIRA NETO, J.D.; KASSAI, S. Gestão de custos na cafeicultura – uma experiência na implantação de projetos. **Texto para discussão – Série Contabilidade**. N.5, 2000.
- TURRA, F. E. **Análise de diferentes métodos de cálculos de custo de produção na agricultura brasileira**. Piracicaba, 2000. 104f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade De São Paulo, Piracicaba, 1990
- VERT, M.; SANTOS, I.D.; PONSART, S.; ALAUZET, N.; MORGAT, J-L.; COUDANCE, J.; GARREAU, H. Degradable polymers in a living environment: Where do you end up? **Polymer International**, 51, 840–844 (2002).

VOLKMAN, D. A. A consistent yield-based capital budgeting Method. **Journal of Financial and Strategic Decisions**. Johnson City, v.10, n.3, p.75-88, 1999.

VOLOVA, T.G.; GLADYSHEV, M.I.; TRUSOVA, M.Y.; ZHILA, N.O. Degradation of polyhydroxyalkanoates in eutrophic reservoir. **Polymer degradation and Stability**, v.92, n.4, p.580-586, 2007.

VOX, G.; SCHETTINI, E. Evaluation of the radiometric properties of starch-based biodegradable films for crop protection. **Polymer Testing**, n.26, p.639–651, 2007.

WESTON, J. F.; BRIGHAM, E. F. **Fundamentos de Administração Financeira** 10. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.

WENDLING, I. Cultivo de eucalipto. **Embrapa Florestas**. Sistema de produção, 4-2 edição, 2010.

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

WILSON, B. C.; JACOBS, D. F. Quality assessment of temperate zone deciduous hardwood seedlings. **New Forests**, v. 31, n. 3, p. 417-433, 2006.

WOILER, S.; MATHIAS, W.F. **Projetos: Planejamento, Elaboração e Análise**. São Paulo, Atlas, 1988, 294 p.

YU, L.; DEAN, K.; LI, L. Polymer blends and composites from renewable resources. **Prog. Polym. Sci.**, v.31, p.576-602, 2006.

6. ANEXOS

Tabela 37. Cálculo para produção de mudas de *Handroanthus vellosi* em recipiente biodegradável com lâmina bruta diária de 8 mm.

Custo total de Produção (US\$ mil ⁻¹)		
Custo operacional efetivo (COE)	(US\$ mil ⁻¹)	% CTP
Água	2,97	0,86
Energia elétrica	2,70	0,78
Insumos (adubos + substrato)	49,75	14,33
Mão de obra	163,36	47,07
Plântulas	47,30	13,63
<hr/>		
Custo operacional total (COT)		
Outras despesas (5% COE)	13,30	3,83
Depreciação linear	0,20	0,06
Encargos sociais	67,22	19,37
Impostos	0,04	0,01
Subtotal		
<hr/>		
COE + COT	346,86	99,95
Remuneração dos fatores de produção	0,18	0,05
Custo total de produção (CTP)	347,04	100,00

Tabela 38. Cálculo para produção de mudas de *Handroanthus vellosi* em recipiente biodegradável com lâmina bruta diária de 11 mm.

Custo total de Produção (US\$ mil ⁻¹)		
Custo operacional efetivo (COE)	(US\$ mil ⁻¹)	% CTP
Água	4,09	1,17
Energia elétrica	2,70	0,78
Insumos (adubos + substrato)	49,75	14,29
Mão de obra	163,36	46,91
Plântulas	47,30	13,58
Custo operacional total (COT)		
Outras despesas (5% COE)	13,36	3,84
Depreciação linear	0,20	0,06
Encargos sociais	67,22	19,31
Impostos	0,04	0,01
Subtotal		
COE + COT	348,03	99,95
Remuneração dos fatores de produção	0,18	0,05
Custo total de produção (CTP)	348,21	100,00

Tabela 39. Cálculo para produção de mudas de *Handroanthus vellosi* em recipiente biodegradável com lâmina bruta diária de 14 mm.

Custo total de Produção (US\$ mil ⁻¹)		
Custo operacional efetivo (COE)	(US\$ mil ⁻¹)	% CTP
Água	5,20	1,49
Energia elétrica	2,70	0,77
Insumos (adubos + substrato)	49,75	14,24
Mão de obra	163,36	46,76
Plântulas	47,30	13,54
Custo operacional total (COT)		
Outras despesas (5% COE)	13,42	3,84
Depreciação linear	0,20	0,06
Encargos sociais	67,22	19,24
Impostos	0,04	0,01
Subtotal		
COE + COT	349,20	99,95
Remuneração dos fatores de produção	0,18	0,05
Custo total de produção (CTP)	349,39	100,00

Tabela 40. Cálculo para produção de mudas de *Handroanthus vellosi* em recipiente de polietileno com lâmina bruta diária de 8 mm.

Custo total de Produção (US\$ mil ⁻¹)		
Custo operacional efetivo (COE)	(US\$ mil ⁻¹)	% CTP
Água	8,88	1,04
Energia elétrica	8,06	0,95
Insumos (adubos + substrato)	67,85	7,96
Mão de obra	487,77	57,25
Plântulas	47,30	5,55
Custo operacional total (COT)		
Outras despesas (5% COE)	30,99	3,64
Depreciação linear	0,07	0,01
Encargos sociais	200,72	23,56
Impostos	0,12	0,01
Subtotal		
COE + COT	851,77	99,98
Remuneração dos fatores de produção	0,18	0,02
Custo total de produção (CTP)	851,95	100,00

Tabela 41. Cálculo para produção de mudas de *Handroanthus vellosi* em recipiente de polietileno com lâmina bruta diária de 11 mm.

Custo total de Produção (US\$ mil ⁻¹)		
Custo operacional efetivo (COE)	(US\$ mil ⁻¹)	% CTP
Água	12,21	1,43
Energia elétrica	8,06	0,94
Insumos (adubos + substrato)	67,85	7,93
Mão de obra	487,77	57,02
Plântulas	47,30	5,53
Custo operacional total (COT)		
Outras despesas (5% COE)	31,16	3,64
Depreciação linear	0,07	0,01
Encargos sociais	200,72	23,46
Impostos	0,12	0,01
Subtotal		
COE + COT	855,27	99,98
Remuneração dos fatores de produção	0,18	0,02
Custo total de produção (CTP)	855,45	100,00

Tabela 42. Cálculo para produção de mudas de *Handroanthus vellosi* em recipiente de polietileno com lâmina bruta diária de 14 mm.

Custo total de Produção (US\$ mil ⁻¹)		
Custo operacional efetivo (COE)	(US\$ mil ⁻¹)	% CTP
Água	15,54	1,81
Energia elétrica	8,06	0,94
Insumos (adubos + substrato)	67,85	7,90
Mão de obra	487,77	56,79
Plântulas	47,30	5,51
Custo operacional total (COT)		
Outras despesas (5% COE)	31,33	3,65
Depreciação linear	0,07	0,01
Encargos sociais	200,72	23,37
Impostos	0,12	0,01
Subtotal		
COE + COT	858,76	99,98
Remuneração dos fatores de produção	0,18	0,02
Custo total de produção (CTP)	858,95	100,00

Tabela 43. Cálculo para produção de mudas de *Esenbeckia leiocarpa* em recipiente biodegradável com lâmina bruta diária de 8 mm.

Custo total de Produção (US\$ mil ⁻¹)		
Custo operacional efetivo (COE)	(US\$ mil ⁻¹)	% CTP
Água	5,86	1,65
Energia elétrica	5,32	1,50
Insumos (adubos + substrato)	52,12	14,67
Mão de obra	163,36	45,98
Plântulas	47,30	13,31
Custo operacional total (COT)		
Outras despesas (5% COE)	13,70	3,86
Depreciação linear	0,10	0,03
Encargos sociais	67,22	18,92
Impostos	0,08	0,02
Subtotal		
COE + COT	355,08	99,95
Remuneração dos fatores de produção	0,18	0,05
Custo total de produção (CTP)	355,27	100,00

Tabela 44. Cálculo para produção de mudas de *Esenbeckia leiocarpa* em recipiente biodegradável com lâmina bruta diária de 11 mm.

Custo total de Produção (US\$ mil ⁻¹)		
Custo operacional efetivo (COE)	(US\$ mil ⁻¹)	% CTP
Água	8,06	2,26
Energia elétrica	5,32	1,49
Insumos (adubos + substrato)	52,12	14,58
Mão de obra	163,36	45,69
Plântulas	47,30	13,23
Custo operacional total (COT)		
Outras despesas (5% COE)	13,81	3,86
Depreciação linear	0,10	0,03
Encargos sociais	67,22	18,80
Impostos	0,08	0,02
Subtotal		
COE + COT	357,39	99,95
Remuneração dos fatores de produção	0,18	0,05
Custo total de produção (CTP)	357,58	100,00

Tabela 45. Cálculo para produção de mudas de *Esenbeckia leiocarpa* em recipiente biodegradável com lâmina bruta diária de 14 mm.

Custo total de Produção (US\$ mil ⁻¹)		
Custo operacional efetivo (COE)	(US\$ mil ⁻¹)	% CTP
Água	10,26	2,85
Energia elétrica	5,32	1,48
Insumos (adubos + substrato)	52,12	14,48
Mão de obra	163,36	45,39
Plântulas	47,30	13,14
Custo operacional total (COT)		
Outras despesas (5% COE)	13,92	3,87
Depreciação linear	0,10	0,03
Encargos sociais	67,22	18,68
Impostos	0,08	0,02
Subtotal		
COE + COT	359,70	99,95
Remuneração dos fatores de produção	0,18	0,05
Custo total de produção (CTP)	359,89	100,00

Tabela 46. Cálculo para produção de mudas de *Esenbeckia leiocarpa* em recipiente de polietileno com lâmina bruta diária de 8 mm.

Custo total de Produção (US\$ mil ⁻¹)		
Custo operacional efetivo (COE)	(US\$ mil ⁻¹)	% CTP
Água	9,09	1,07
Energia elétrica	8,25	0,97
Insumos (adubos + substrato)	65,37	7,69
Mão de obra	487,77	57,40
Plântulas	47,30	5,57
Custo operacional total (COT)		
Outras despesas (5% COE)	30,89	3,64
Depreciação linear	0,07	0,01
Encargos sociais	200,72	23,62
Impostos	0,13	0,01
Subtotal		
COE + COT	849,59	99,98
Remuneração dos fatores de produção	0,18	0,02
Custo total de produção (CTP)	849,77	100,00

Tabela 47. Cálculo para produção de mudas de *Esenbeckia leiocarpa* em recipiente de polietileno com lâmina bruta diária de 11 mm.

Custo total de Produção (US\$ mil ⁻¹)		
Custo operacional efetivo (COE)	(US\$ mil ⁻¹)	% CTP
Água	12,50	1,46
Energia elétrica	8,25	0,97
Insumos (adubos + substrato)	65,37	7,66
Mão de obra	487,77	57,16
Plântulas	47,30	5,54
Custo operacional total (COT)		
Outras despesas (5% COE)	31,06	3,64
Depreciação linear	0,07	0,01
Encargos sociais	200,72	23,52
Impostos	0,13	0,01
Subtotal		
COE + COT	853,16	99,98
Remuneração dos fatores de produção	0,18	0,02
Custo total de produção (CTP)	853,35	100,00

Tabela 48. Cálculo para produção de mudas de *Esenbeckia leiocarpa* em recipiente de polietileno com lâmina bruta diária de 14 mm.

Custo total de Produção (US\$ mil ⁻¹)		
Custo operacional efetivo (COE)	(US\$ mil ⁻¹)	% CTP
Água	15,91	1,86
Energia elétrica	8,25	0,96
Insumos (adubos + substrato)	65,37	7,63
Mão de obra	487,77	56,92
Plântulas	47,30	5,52
<hr/>		
Custo operacional total (COT)		
Outras despesas (5% COE)	31,23	3,64
Depreciação linear	0,07	0,01
Encargos sociais	200,72	23,42
Impostos	0,13	0,01
Subtotal		
<hr/>		
COE + COT	856,74	99,98
Remuneração dos fatores de produção	0,18	0,02
Custo total de produção (CTP)	856,93	100,00