

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA *Acacia mearnsii*
De Wild. (Acácia negra) EM FUNÇÃO DE
DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**

Ivanor Müller

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO**

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA *Acacia mearnsii*
De Wild. (Acácia negra) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ivanor Müller

Santa Maria, RS, Brasil

2006

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA *Acacia mearnsii* De
Wild. (Acácia negra) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS**

por

Ivanor Müller

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

Orientador: Prof. Dr. Luis Felipe Dias Lopes

Santa Maria, RS, Brasil

2006

M958a Müller, Ivanor, 1958-

Avaliação da produtividade da *Acacia mearnsii* De Wild. (Acácia negra) em função de diferentes espaçamentos / por Ivanor Müller ; orientador Luis Felipe Dias Lopes. – Santa Maria, 2006.

131 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, RS, 2006.

1. Engenharia florestal 2. Acácia negra 3. *Acacia mearnsii* De Wild. 4. Produtividade 5. Espaçamento 6. Região Sudeste 7. Rio Grande do Sul 8. Engenharia de Produção I. Lopes, Luis Felipe Dias, orient. II. Título

CDU: 630.5

Ficha catalográfica elaborada por
Luiz Marchiotti Fernandes CRB-10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

© 2006

Todos os direitos autorais reservados a Ivanor Müller. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Prof. Heitor da Graça Fernandes, 693, Santa Maria, RS, 97105-170
Fone (0xx)55 3226-2478; End.Eletr: ivanormuller@smail.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA *Acacia mearnsii* De
Wild. (Acácia negra) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS**

elaborada por

Ivanor Müller

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia de Produção

COMISSÃO EXAMINADORA

Luis Felipe Dias Lopes, Dr.
(Presidente/Orientador)

Adriano Mendonça Souza, Dr. (UFSM)

César Augusto Guimarães Finger, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 31 de agosto de 2006.

“Aquele que nunca descansa.
Aquele que sonha em realizar o impossível ...
Esse é o vencedor !”

Bethoven

AGRADECIMENTOS

É desejo do autor agradecer:

À Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de novas visões para o crescimento pessoal, intelectual e profissional.

Ao Professor Dr. Luis Felipe Dias Lopes, meu orientador, pela orientação, segurança e confiança que soube transmitir e pelo incentivo sem o qual este trabalho não teria sido realizado. Não saberia dizer o quanto deste eventual mérito coube a seu estilo forte e pessoal de pensar Estatístico.

Ao Professor Dr. Juarez Martins Hoppe (in memorian), meu co-orientador, pela orientação, segurança e confiança que soube transmitir.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao Departamento de Estatística pela liberação para a realização da Pós-Graduação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria, pela contribuição dada através de suas experiências e conhecimentos transmitidos ao longo do curso.

A Irene Ebling Jacques Müller e ao Matheus Ebling Jacques Müller, pela compreensão que tiveram durante a realização do curso, sempre me acompanhando em todas as horas nas quais deles necessitei.

Aos meus colegas, que, no decorrer do curso, dedicaram horas de estudo para que, cada vez mais, aprimorássemos nossos conhecimentos, sem as quais a jornada até aqui seria muito difícil.

Aos Engenheiros Florestais, Prof. Dr. Mauro Valdir Schumacher e Rudi Witschoreck, do Centro de Pesquisas Florestais (Cepef), pelo fornecimento dos dados utilizados na elaboração de minha Dissertação.

Enfim, a todas aquelas pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta dissertação, o meu carinho e agradecimento.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

AValiação DA PRODUTIVIDADE DA *Acacia mearnsii* De Wild. (Acácia negra) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

Autor: Ivanor Müller

Orientador: Dr. Luis Felipe Dias Lopes

Data e Local de Defesa: Santa Maria, 31 de agosto de 2006.

A acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), constitui-se na segunda principal essência florestal plantada no Rio Grande do Sul, perdendo apenas para o Eucalipto. A cultura dessa espécie é de fundamental importância para as indústrias de tanino, chapas e celulose no Estado, frente aos bons resultados econômicos advindos da exploração da mesma, pois a casca é vendida para a extração de taninos e a madeira é comercializada para conversão em celulose, chapas e energia. A acácia negra tem sido considerada como uma das principais alternativas de plantio na área agrícola do Estado. No presente trabalho, foi estudada a produtividade da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) em função de diferentes espaçamentos, com base inicial de um mil cento e sessenta árvores, distribuídas em cinco tratamentos e três repetições, originadas de pesquisa desenvolvida conjuntamente entre a Empresa SETA (Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda.) e o Centro de Pesquisas Florestais (Cepef) da Universidade Federal de Santa Maria (Santa Maria – RS), no distrito de Capão Comprido pertencente ao município de Butiá-RS, em área da Empresa. A empresa utiliza um espaçamento de 3,0 m x 1,33 m em seus plantios, por realizá-los com máquina, no entanto os resultados obtidos no teste d.m.s. apontam que pela análise conjunta dos tratamentos analisados no período de 2002 a 2004, a média volumétrica do tratamento 5 difere estatisticamente de todos os outros; os tratamentos 1, 4 e 3 não diferem estatisticamente entre si e o tratamento 2 difere estatisticamente de todos os outros ao nível de significância de 5%, concluindo-se assim que o tratamento 5 (3,0 m x 2,50 m) é o mais indicado para o plantio da acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), tendo em vista a maior média volumétrica. No aspecto referente ao período analisado, os resultados obtidos no teste d.m.s. apontam que tanto pela análise individual quanto conjunta dos tratamentos, as médias volumétricas dos três anos diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%, sendo que o ano de 2004 em todos os tratamentos apresentou a maior média volumétrica.

Palavras-chave: Acácia negra, Produtividade, Espaçamento.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA *Acacia mearnsii* De Wild. (Acácia negra) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

(EVALUATION OF THE PRODUCTIVITY OF THE *Acacia mearnsii* De Wild. (BLACK WATTLE) IN FUNCTION OF DIFFERENT SPACINGS)

Author: Ivanor Müller
Advisor: Dr. Luis Felipe Dias Lopes
Date and Place of Defense: Santa Maria, August 31, 2006.

The black wattle (*Acacia mearnsii* De Wild.), it is constituted on second main forest essence planted in Rio Grande do Sul, just losing for the Eucalyptus. The culture of that species is of fundamental importance for the tannin industries, foils and cellulose in the state, front to the good results economical coming of the exploration of the same, because the peel is sold for the extraction of tannins and the wood is marketed for conversion in cellulose, foils and energy. The black wattle has been considered as one of the main planting alternatives in the agricultural area of the state. In the present work, it was studied the productivity of the *Acacia mearnsii* De Wild. (black wattle) in function of different spacings, with initial base of one thousand hundred sixty trees, distributed in five treatments and three repetitions, originated of research developed jointly among the Empresa SETA (Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda.) and the Centro de Pesquisas Florestais (Cepef) of Universidade Federal de Santa Maria (Santa Maria-RS), in the district of Capão Comprido belonging to the municipal district of Butiá-RS, in area of the company. The company uses a spacing of 3,0 m x 1,33 m in their plantings, for accomplishing them with machine, however the results obtained in the test d.m.s. they point that for the united analysis of the treatments analyzed in the period from 2002 to 2004, the volumetric average of the treatment 5 differs statisticaly of all the other ones; the treatments 1, 4 and 3 don't differ statisticaly amongst themselves and the treatment 2 differs statisticaly of all the other ones at the level of significance of 5%, being concluded the treatment 5 as soon as (3,0 m x 2,50 m) it is the most suitable for the planting of the black wattle (*Acacia mearnsii* De Wild.), tends in view the largest volumetric average. In the aspect regarding the analyzed period, the results obtained in the test d.m.s. they appear that so much for the analysis individual as united of the treatments, the three years-old volumetric averages differ statisticaly amongst themselves at the level of significance of 5%, and the year of 2004 in all of the treatments presented the largest volumetric average.

Key words: Black wattle, Productivity, Spacing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	23
Figura 2 – Macrozonamento ambiental do Estado do Rio Grande do Sul , e regiões com ocorrência de silvicultura de acácia negra	24
Figura 3 – Mapa das temperaturas médias anuais do Estado do Rio Grande do Sul	31
Figura 4 – Mapa das precipitações pluviométricas médias anuais do Estado do Rio Grande do Sul	32
Figura 5 – Flor de <i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	33
Figura 6 – Fruto de <i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	33
Figura 7 – Disposição geral dos experimentos	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Adubações de plantio e de crescimento para acácia negra	47
Tabela 2 – Adubações de plantio e reposição para acácia negra	47
Tabela 3 – Análise de variância de um experimento em blocos ao acaso com repetições	72
Tabela 4 – Valores médios das características do solo na área experimental	76
Tabela 5 – Árvores medidas nos tratamentos e repetições no período de 2002 a 2004	78
Tabela 6 – Tratamentos avaliados no experimento de espaçamento	79
Tabela 7 – Árvores úteis para cada tratamento	79
Tabela 8 – Estatísticas dos tratamentos e repetições no período de 2002 a 2004	81
Tabela 9 – Análise de variância do Tratamento 1	84
Tabela 10 – Comparação das médias para o Tratamento 1 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan	85
Tabela 11 – Análise de variância do Tratamento 2	85
Tabela 12 – Comparação das médias para o Tratamento 2 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan	86
Tabela 13 – Análise de variância do Tratamento 3	86
Tabela 14 – Comparação das médias para o Tratamento 3 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan	87
Tabela 15 – Análise de variância do Tratamento 4	87
Tabela 16 – Comparação das médias para o Tratamento 4 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan	88
Tabela 17 – Análise de variância do Tratamento 5	88

Tabela 18 – Comparação das médias para o Tratamento 5 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan	89
Tabela 19 – Estatísticas gerais dos tratamentos no período de 2002 a 2004	90
Tabela 20 – Estatísticas individuais dos tratamentos no período de 2002 a 2004	91
Tabela 21 – Análise de variância da interação tratamento e ano	92
Tabela 22 – Comparação das médias entre os tratamentos pelo Teste de Duncan	92
Tabela 23 – Comparação das médias entre os anos pelo Teste de Duncan	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CTC	Capacidade de Troca de Cátions
DAP	Diâmetro à altura do peito (1,30 m)
dC	Diâmetro do colo
h	Altura da parte aérea (Altura total)
h/d	Relação altura da parte aérea/diâmetro de colo
IQD	Índice de Qualidade de Dickson
K	Potássio
N	Nitrogênio
P	Fósforo
PMSPA	Peso da Massa Seca da Parte Aérea
PMSR	Peso da Massa Seca Radicular
PMST	Peso da Massa Seca Total

LISTA DE ANEXOS

Anexo A - Dados Tratamento 1 – Primeira repetição no período de 2002 a 2006	108
Anexo B – Dados Tratamento 1 – Segunda repetição no período de 2002 a 2006	110
Anexo C – Dados Tratamento 1 – Terceira repetição no período de 2002 a 2006	112
Anexo D – Dados Tratamento 2 – Primeira repetição no período de 2002 a 2006	114
Anexo E – Dados Tratamento 2 – Segunda repetição no período de 2002 a 2006	116
Anexo F – Dados Tratamento 2 – Terceira repetição no período de 2002 a 2006	118
Anexo G – Dados Tratamento 3 – Primeira repetição no período de 2002 a 2006	120
Anexo H – Dados Tratamento 3 – Segunda repetição no período de 2002 a 2006	122
Anexo I – Dados Tratamento 3 – Terceira repetição no período de 2002 a 2006	124
Anexo J – Dados Tratamento 4 – Primeira repetição no período de 2002 a 2006	126
Anexo K - Dados Tratamento 4 – Segunda repetição no período de 2002 a 2006	127
Anexo L – Dados Tratamento 4 – Terceira repetição no período de 2002 a 2006	128
Anexo M – Dados Tratamento 5 – Primeira repetição no período de 2002 a 2006	129

Anexo N – Dados Tratamento 5 – Segunda repetição no período de 2002 a 2006	130
Anexo O – Dados Tratamento 5 – Terceira repetição no período de 2002 a 2006	131

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivos	18
1.1.1 Objetivo Geral	18
1.1.2 Objetivos Específicos	18
1.2 Justificativa e importância do trabalho	18
1.3 Metodologia	19
1.4 Delimitação da pesquisa	20
1.5 Estrutura do trabalho	20
2 REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 Característica e Distribuição Geográfica	22
2.2 Importância Sócio-Econômica da Espécie	26
2.3 Utilizações	29
2.4 Clima e Solo	30
2.5 Sistemas de Produção	32
2.6 Sementes	34
2.6.1 Quebra de Dormência da Semente	34
2.7 Mudas	35
2.7.1 Parâmetros Morfológicos	35
2.7.2 Parâmetros Fisiológicos	39
2.8 Preparo da Área e Plantio	44
2.9 Adubação	46
2.10 Espaçamento	49
2.11 Tratos Culturais	51
2.12 Problemas da acácia negra	52
2.12.1 Formigas	52

2.12.2 Serrador	53
2.12.3 Gomose	53
2.13 Produção da acácia negra	54
2.14 Sistemas agroflorestais	55
2.15 Principais compradores internos e externos	56
2.15.1 Preços históricos	57
2.16 A Empresa SETA (Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda.) ...	57
2.16.1 História	58
2.16.2 Atuação	60
2.16.3 Parcerias	61
2.16.4 Certificações	62
2.17 Comentários gerais do capítulo	62
3. MATERIAL E MÉTODOS	64
3.1 Estatística Experimental	64
3.1.1 Contextualização e terminologia	64
3.1.2 Delineamentos Experimentais	65
3.1.2.1 Experimentos Inteiramente ao Acaso	66
3.1.2.2 Experimentos Inteiramente ao Acaso com números diferentes de re- petições	66
3.1.2.3 Experimentos em Blocos ao Acaso	66
3.1.2.4 Experimentos em Blocos ao Acaso com repetições	66
3.1.3 Inferência e os testes estatísticos	67
3.1.4 Análise de Variância – ANOVA	67
3.1.4.1 Os pressupostos da ANOVA	68
3.1.4.1.1 O teste da normalidade	68
3.1.4.1.2 Homocedasticidade	69
3.1.4.1.3 A questão da Independência	69
3.1.5 ANOVA aplicada a Blocos ao Acaso com repetição	70
3.1.6 Comparação de Médias	72
3.2 Localização da área de estudo	75
3.3 Características climáticas	75

3.4 Características do solo	76
3.5 Espécie estudada	76
3.6 Área experimental	77
3.7 Amostragem e coleta de dados	78
3.8 Aplicação da metodologia	79
3.9 Estudo da produtividade	80
3.10 Comentários gerais do capítulo	80
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	81
4.1 Produtividade	81
4.2 Análise individual dos tratamentos	81
4.3 Análise conjunta dos tratamentos	89
4.4 Comentários gerais do capítulo	94
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	95
5.1 Conclusões	95
5.2 Sugestões para trabalhos futuros	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXOS	107

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo descrevem-se as linhas que serão seguidas para o desenvolvimento deste trabalho, com a justificativa, objetivos, importância, relatando-se também a importante função da *Acacia mearnsii* De Wild..

A expansão da área reflorestada com *Acacia mearnsii* De Wild. no Rio Grande do Sul, ocorre na região da Depressão Central, Encosta Inferior do Nordeste e Encosta do Sudeste, mais precisamente nas proximidades dos grandes centros consumidores de madeira e casca, localizados nos municípios de Montenegro e Estância Velha.

A acácia negra é uma espécie leguminosa originária da Austrália que chegou ao Brasil na segunda década do século XX, com crescimento rápido e aproveitamento múltiplo, tais como restauração de ambientes degradados, fixação de nitrogênio, aproveitamento da madeira como fonte energética, matéria-prima de primeira qualidade para a fabricação de celulose e papel, rayon e aglomerado, e do tanino, extraído da casca, que é utilizado na indústria farmacêutica e coureira (curtimento de couros e peles), na produção de agentes anticorrosivos e no tratamento de águas, tendo se destacado por estar entre as principais espécies florestais cultivadas no Rio Grande do Sul.

No Brasil vem sendo plantada, principalmente, com a finalidade de produção de tanino (substância com propriedade de evitar o apodrecimento das peles de animais) e energia.

Outras espécies também possuem o tanino na casca, como por exemplo o Angico, o Araribá, as Aroeiras e o Barbatimão, todas nativas do Brasil, porém, a acácia negra leva importante vantagem em relação às outras, pelo rápido crescimento, podendo ser cortada a partir dos sete anos de idade.

A grande importância sócio-econômica da espécie para a região é devido ao grande número de empregos diretos e indiretos que a cultura proporciona. Muitas famílias, no Rio Grande do Sul, vivem do cultivo dessa espécie, hoje mais de 40

mil famílias. A acácia negra, sendo uma leguminosa, possui capacidade de fixar, no solo, nitrogênio da atmosfera, e tem, em sua floresta, características multifuncionais. Isto é, permite aos pequenos produtores que cultivam a espécie, uma atividade agrosilvopastoril, pois, inicialmente, fazem o plantio de culturas anuais de milho, melancia, mandioca e outras na entre linha; e após o fechamento do dossel utilizam-à para criação de gado formando uma atividade integrada, aumentando a renda do produtor (TANAC, s.d).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a produtividade da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) em função de diferentes espaçamentos.

1.1.2 Objetivos Específicos

* Avaliar a produção em volume da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) de acordo com diferentes espaçamentos;

* Determinar o melhor espaçamento da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) no aspecto produção volumétrica;

* Enumerar os parâmetros morfológicos e fisiológicos utilizados para classificar as mudas da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) em padrões de qualidade.

1.2 Justificativa e importância do trabalho

A escolha do presente tema teve ênfase, principalmente, pela grande representatividade da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) no setor florestal.

O plantio da acácia negra, juntamente, com o do Eucalipto e o do Pinus está entre os mais expressivos entre as florestas plantadas. A concentração de plantio dessa importante espécie se dá no Estado do Rio Grande do Sul onde vem sendo explorada por milhares de pequenos produtores que suprem empresas do Setor Florestal brasileiro visando o atendimento de demandas tanto do Brasil como do exterior, a geração de renda e de empregos diretos e indiretos.

Partindo do ponto de vista técnico, o fato relevante, sobre o tema a ser estudado, provém da carência efetiva de trabalhos e literaturas que apresentem registros de dados estatísticos mais detalhados sobre a determinação dos parâmetros considerados na avaliação da produtividade da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) em função de diferentes espaçamentos.

Desta forma, o trabalho será de grande importância, pois além de função técnica significativa, de modo especial contribuirá de forma prática ao oferecer subsídios para ações futuras ao setor florestal.

Finalmente, pretende-se, através desta Dissertação, identificar dados e informações que possibilitem uma compreensão ampliada, através do conhecimento dos parâmetros utilizados na avaliação da produtividade da acácia negra em função de diferentes espaçamentos, com vistas à implantação, manutenção e exploração de povoamentos voltada para qualidade.

1.3 Metodologia

Para que os objetivos desta pesquisa possam ser alcançados, uma revisão da literatura foi realizada, com vistas a demonstrar a importância do espaçamento na avaliação da produtividade da *Acacia mearnsii* De Wild.

Após o estudo das teorias utilizadas neste trabalho, procurou-se exemplificar através de uma aplicação prática.

Para o trabalho proposto foi utilizado um conjunto de dados, cedido pela Empresa SETA (Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda.), originados de pesquisa desenvolvida com o Centro de Pesquisas Florestais (Cepef) da Universidade Federal de Santa Maria (Santa Maria – RS), no distrito de Capão Comprido pertencente ao município de Butiá-RS, em área da Empresa.

Foi aplicada uma análise estatística ao conjunto de dados para a avaliação da produtividade da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) em função de diferentes espaçamentos.

O processamento dos dados foi realizado com o auxílio do Programa SAS (1996) – Statistical Analysis System, das Planilhas Eletrônicas do Excel e do Statistica versão 7.0.

1.4 Delimitação da pesquisa

Esta pesquisa é constituída de um estudo estatístico, onde procurou-se realizar uma análise do comportamento do espaçamento na produtividade de acácia negra. Utilizou-se, assim, apenas uma variável de interesse, que neste caso é a produtividade. A pesquisa tem o objetivo de fazer um estudo comparativo com relação aos diferentes tipos de espaçamento utilizados.

Existem alguns estudos evidenciando, principalmente, a produtividade da acácia negra em diferentes espaçamentos, mas nesta pesquisa far-se-á um estudo mais detalhado dos espaçamentos utilizados pela Empresa SETA (Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda.).

1.5 Estrutura do trabalho

Para atender aos objetivos propostos, a estrutura deste trabalho está organizada em cinco capítulos.

No Capítulo 1, é apresentada a relevância do tema investigado, definindo-se os objetivos e as justificativas para a sua execução, bem como a estrutura da Dissertação. Destaca-se que os objetivos buscam estabelecer as intenções e as fronteiras no desenvolvimento deste estudo.

No Capítulo 2, apresenta-se o referencial teórico sobre a pesquisa, ou seja, uma revisão de literatura, abrangendo os assuntos referentes a espécie em estudo, bem como um breve histórico da empresa.

No Capítulo 3, descreve-se as etapas, bem como a ordem de desenvolvimento, desde a concepção da idéia até a escolha, delineamento e consecução de pesquisa.

No Capítulo 4, têm-se a identificação e apresentação dos dados coletados, bem como, o desenvolvimento de sua análise e interpretação, comparando-se a partir daí os resultados com os encontrados na literatura em geral.

No Capítulo 5, apresentam-se as considerações finais a respeito da resposta ao problema de pesquisa proposto, e verifica-se o atendimento aos objetivos estabelecidos. Estas conclusões, portanto, são específicas para o estudo, pois cada realidade requer a aplicação direcionada. Além disso, indica-se novas oportunidades de pesquisa que poderão complementar e aprimorar o presente trabalho.

As Referências Bibliográficas encerram o presente trabalho, apresentando as obras bibliográficas que foram referenciadas ou serviram de subsídios para a realização do mesmo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo traz uma revisão de literatura dividida em dois grandes blocos. O primeiro apresenta uma breve revisão da literatura sobre a espécie em estudo, a *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra). No segundo bloco, o assunto é um breve histórico da Empresa SETA (Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda.). Estes itens servirão como suporte para o desenvolvimento do trabalho.

2.1 Característica e Distribuição Geográfica

A acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) surgiu no cenário econômico mundial em 1868, quando foi levada da Austrália para a África do Sul.

Vinte anos mais tarde, a planta começou a ter sua casca empregada como substância tanante, utilizada para o curtimento de peles e couro. Os ingleses foram os primeiros a cultivá-la em grande escala.

A *Acacia mearnsii* De Wild. pertence à família das leguminosas, cujo gênero, o das acácias, é composto por espécies de árvores e arbustos perenifólios.

O gênero das acácias segundo Lamprecht (1990), compreende 700 a 800 espécies, que em sua maioria habitam as áreas tropicais e subtropicais. Cerca da metade das espécies são originadas da Austrália.

Segundo Turnbull et al. (1998) existem naturalmente de 120 a 130 espécies do gênero *Acacia* em todas as regiões do mundo, exceto na Europa e Antártida.

A maioria das espécies é de vida curta, cerca de 10 a 15 anos, sendo que atinge a maturidade aos sete anos.

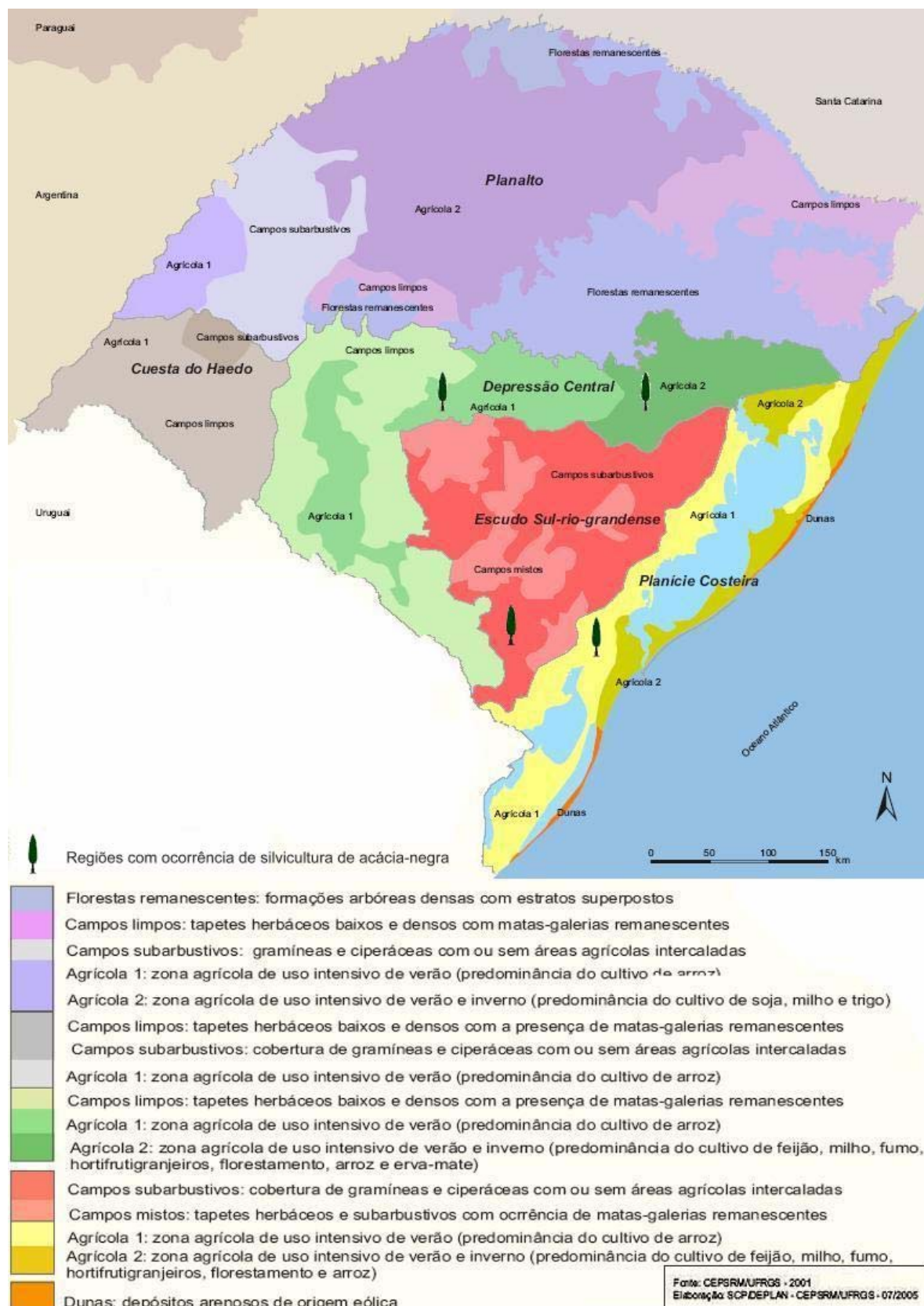
As principais espécies plantadas no mundo são *Acacia mangium*, *Acacia saligna* e *Acacia mearnsii*, a qual pode ser visualizada na Figura 1, sendo os principais países plantadores a África do Sul e o Brasil.



Figura 1 - *Acacia mearnsii* De Wild..

Segundo Sherry (1971), a *Acacia mearnsii* De Wild. distribui-se satisfatoriamente no sudeste da Austrália Continental e ocorre abundantemente também na Tasmânia. Na África do Sul, na região de Natal, é plantada em larga escala para a produção de taninos.

Na Figura 2, pode ser observado o macrozoneamento ambiental do Estado do Rio Grande do Sul, bem como as regiões com ocorrência de silvicultura de acácia negra.



Fonte: FEE (2005).

Figura 2 - Macrozoneamento ambiental do Estado do Rio Grande do Sul, e regiões com ocorrência de silvicultura de acácia negra.

Os povoamentos florestais da acácia negra, distribuem-se sobre as unidades geomorfológicas Serra Geral, Patamares da Serra Geral, Depressão do Rio Jacuí, Planaltos Residuais Canguçu-Caçapava do Sul e Planalto Rebaixado Marginal (MINISTÉRIO DO INTERIOR, 1986).

A unidade geomorfológica Serra Geral, salienta-se por expressiva parcela de terras, de capacidade de uso da subclasse Silvater de relevo, com uso modal para silvicultura e preservação.

Na unidade Patamares da Serra Geral predominam as subclasses por relevo Masater, Agroster e Agriter, alterando-se solos de alta fertilidade, como a terra roxa, estruturada, eutrófica, com podzólicos álicos.

A unidade Depressão do Rio Jacuí apresenta relevos sem grandes variações altimétricas, com paisagem dominada por coxilhas. Os solos são profundos, podzólicos, brunizen e planossolos.

Nas unidades geomorfológicas Planaltos Residuais Canguçu-Caçapava do Sul e Planalto Rebaixado Marginal, ocorrem solos podzólicos, planossolos e litólicos distróficos.

Acacia mearnsii De Wild., no Brasil conhecida como acácia negra, é originada da Austrália sul-oriental, sendo árvore florestal de grande importância é muito apreciada por ser ornamental. Na Argentina é denominada Acácia centenário. Trata-se do verdadeiro “Black Wattle” (Marchiori, 1990).

Entre as acácias, é a espécie mais plantada no Rio Grande do Sul, embora ocorram outras espécies, como a *Acacia decurrens* (Wendl.) Wild. var. *mollis* Lindl. e *Acacia mollissima* Wild. (Oliveira, 1960).

Carpanezi (1998) destaca a acácia negra como espécie ideal na recuperação ambiental, pois é uma espécie pioneira de vida curta, que cobre rapidamente o solo, não é invasora, não apresenta rebrota de cepa, não inibe a sucessão local e enriquece o solo pela elevada deposição de folheto rico em nitrogênio. Sherry (1971) relata uma incorporação de até 225 kg/ha de nitrogênio pelas bactérias nitrificantes associadas às suas raízes.

No Brasil, as primeiras mudas de acácia negra foram plantadas em 1918, no Rio Grande do Sul, por Alexandre Bleckmann, no município de São Leopoldo, sendo cultivadas cerca de setecentas (700) árvores, passando a receber uma grande atenção por parte dos agricultores.

O primeiro plantio com fins comerciais foi estabelecido dez anos depois, por Júlio C. Lohmann, no Município de Estrela, no Rio Grande do Sul, região do Vale do Rio Taquari, cerca de 100 quilômetros a noroeste de Porto Alegre, com tal êxito que, em 1930, foram importadas sementes da África do Sul, para implantação de povoamento em grande escala (Oliveira, 1960 e 1968).

Os plantios comerciais tiveram início em 1930, com a importação de 30 quilos de sementes da África do Sul, e em 1941, iniciou-se a utilização comercial desta espécie com a criação da SETA – Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda.. Em 1957, existiam 81 milhões de árvores de acácia negra plantadas, e atualmente a área em cultivo com esta espécie equivale a 30% da área plantada com florestas no estado.

Hoje, as poucas mudas trazidas no passado, transformaram-se em milhares de hectares de acácia negra, contando com a participação de centenas de produtores rurais.

Por isso, entre outras, a acacicultura tornou-se uma atividade de grande importância econômica e social para o Estado do Rio Grande do Sul.

Árvore de porte médio, de 10 a 30 metros de altura, de copa arredondada e casca castanho-escura, dividida em pequenas placas e rica em tanino. As folhas, alternas e bipenadas, compõem-se de 13 a 17 pares de pinas subopostas, possuindo uma cor verde escuro com folíolos individuais mais curtos em relação à sua largura. As flores amarelo-claras, perfumadas e dispostas em capítulos globosos, reúnem-se em panículas terminais. Os legumes são glabros, torulosos e de cor escura (Marchiori, 1997).

2.2 Importância Sócio-Econômica da Espécie

A acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) é considerada uma das principais espécies florestais plantada no Rio Grande do Sul, cuja área plantada atualmente é superior a 160 mil hectares, e distribuída principalmente em minifúndios (pequenas e médias propriedades), perfazendo cerca de 60% das plantações da propriedade, cuja mão-de-obra é quase que exclusivamente familiar, beneficiando atualmente mais de 40 mil famílias. A cultura dessa espécie é de fundamental importância para as indústrias de tanino, chapas e celulose no estado. Da casca é extra-

ído o tanino, usado principalmente no curtimento do couro e peles. A madeira além do uso tradicional como lenha e carvão, é usada como matéria-prima de superior qualidade para a fabricação de celulose e papel, além de vários outros usos (Resende et al., 1992).

Segundo Tonietto & Stein (1997) e Simon (1999) o programa anual de plantio no Rio Grande do Sul oscilava entre 15 e 20 mil hectares. O aproveitamento múltiplo dos recursos, aliado a boa remuneração, fazem desta cultura uma das melhores opções de investimento no setor primário.

Como espécie florestal de rápido crescimento, a acácia negra colabora de forma significativa para a manutenção da biodiversidade, oferecendo recursos aos produtores, proporcionando a preservação das matas nativas.

Sendo da família das leguminosas, a acácia negra contribui para a fertilização do solo (formando matéria orgânica e fixando nitrogênio atmosférico), possui risco reduzido de incêndio (pelo rápido processo de decomposição dos resíduos e não formação de manta), e ainda permite a coexistência de outras espécies vegetais gramíneas, herbáceas e arbustivas, em função da boa penetração de luz através das copas, favorecendo o estabelecimento de espécies da fauna silvestre, bem como a sobrevivência de uma rica micro fauna.

Com o crescimento das gramíneas no interior da floresta, torna-se viável também o pastoreio de bovinos e ovinos. Os animais apreciam estes locais, em virtude da diferença de aproximadamente 5 °C em relação à temperatura ambiente. O clima torna-se mais quente durante o inverno, e ameno na época de verão.

A acacicultura também tem como vantagem a fixação de grande quantidade de carbono da atmosfera, contribuindo para a melhoria da qualidade do ar.

No Rio Grande do Sul, a acacicultura é uma sólida atividade econômica que, ao longo de mais de quarenta anos, tem trazido consideráveis benefícios e prosperidade para vários municípios gaúchos. Pode ser comprovado com dados do Anuário Estatístico Brasileiro que estima em mais de 25.000 o número de famílias que, de um modo ou de outro, vivem do cultivo da acácia negra e de sua industrialização (MINISTÉRIO DO INTERIOR, 1980). Não há exemplo de outra cultura que tenha, em tão pouco tempo, proporcionado tal transformação social e econômica para uma região (BRASIL, 1986).

Segundo Schneider et al. (2000), em 1980, no Rio Grande do Sul, existiam cerca de 4.400 produtores de casca de acácia negra. Deste total, mais de 4000 estavam localizados nas microrregiões homogêneas, em Porto Alegre, Colonial, Encosta da Serra Geral e Vale do Jacuí. Atualmente, as áreas de cultivo foram ampliadas, tendo-se desenvolvido um importante pólo florestal com essa espécie na região da Serra do Sudeste.

A concentração fundiária dessa região é baixa. As propriedades com até 20 ha, representam, aproximadamente, 75% do número total de propriedades, correspondendo a 40% do total da área dos municípios (MINISTÉRIO DO INTERIOR, 1986).

Leyrer (1987) apud Fleig (1993), observou que praticamente todos os acacicultores da região de Montenegro-RS praticavam a consorciação da acácia negra com culturas agrícolas. O sistema de manejo utilizado consistia basicamente em plantar no ano de implantação da floresta culturas agrícolas como mandioca, feijão, melão e melancia. Nos anos subseqüentes, as culturas agrícolas não são mais possíveis, mas quando a acácia atinge 7 a 10 metros de altura, muitos utilizam a floresta para o pastoreio do gado.

Atualmente, a acácia negra é explorada em rotação curta de 7 a 9 anos, justificando-se pelo rápido crescimento desta espécie, que associada ao seu aproveitamento integral, torna-se uma essência de excelentes características para o reflorestamento e utilização industrial (Schneider, 1978). É possível a realização de cortes na floresta de acácia a partir dos cinco anos de idade, devido a grande demanda de madeira e casca, ou pelo fator de necessidade econômica dos agricultores.

Os rendimentos médios obtidos na exploração de uma floresta aos sete anos de idade são os seguintes: 200 mst/ha de madeira, 15.750 Kg/ha de casca verde, o que forneceria uma média de 7 Kg de casca por árvore, sendo que a casca possui um teor de 20% de tanino (Oliveira, 1960).

No tocante a participação na renda, na região de produção, para a maioria dos produtores a Acácia negra se constitui numa das principais atividades na formação da renda rural e em muitos casos é a única atividade na propriedade rural e, portanto, a única fonte de renda rural. Em média o valor da produção anual para

os produtores rurais é de R\$ 113,1 milhões, sendo R\$ 5,1 milhões provenientes da comercialização da casca e R\$ 108 milhões, da madeira.

Na participação nos impostos, nos municípios produtores a Acácia negra tem grande participação na arrecadação indireta de impostos, uma vez que sobre a comercialização da madeira não incidem impostos.

No entanto, na geração de empregos, considerando-se os coeficientes técnicos apenas da produção primária (a nível de propriedade rural) que vai do preparo do solo, plantio, tratos culturais, descascamento, derrubada e corte das árvores e baldeio da madeira e casca, a Acácia negra gera 10.400 empregos diretos e com dedicação exclusiva ao cultivo da espécie. Segundo Mora (2002) mais de 20 mil famílias vivem dessa cultura.

2.3 Utilizações

Além do rápido crescimento e de sua fácil propagação, a acácia negra tem grandes vantagens perante as demais espécies florestais dado ao seu aproveitamento integral de casca e madeira.

Da casca da acácia negra se extrai o tanino que é utilizado principalmente no curtimento de couros e peles. Hoje também são feitos produtos a partir do tanino da acácia negra para o tratamento de águas e efluentes, na indústria de cana-de-açúcar e álcool e na indústria de extração de petróleo.

A madeira é matéria-prima de primeira qualidade para a fabricação de papel e celulose, sendo hoje o maior mercado consumidor, através da extração de woodchips, também para madeira aglomerada, além de outros cinquenta (50) derivados por destilação seca ou hidrólise da madeira, combustível, coque, etc.

Além disso, o carvão vegetal de acácia negra é muito aceito no mercado em virtude da sua produtividade, economia e isenção de odores ou gostos estranhos no processo de assar carnes. O bagaço também pode ser utilizado para a fabricação de papelão, combustível para caldeira e fertilizantes.

2.4 Clima e Solo

Apresenta bom crescimento em solos moderadamente profundos, bem drenados e de textura média. Devido ao seu sistema radicular superficial desenvolve-se bem mesmo em solos rasos, mas torna-se muito susceptível aos ventos fortes, podendo tombar com facilidade.

A espécie não tolera solos mal drenados, hidromórficos ou muito úmidos e apresenta desenvolvimento reduzido em solos muito ácidos e de baixa fertilidade.

A capacidade das leguminosas de abastecer suas necessidades totais de nitrogênio através da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* é fartamente citada na literatura. Segundo Silva & Döbereiner (1982), a acácia negra possui capacidade de fixar da atmosfera até 200 Kg de N₂/ha/ano, por meio da simbiose. Além de ser uma espécie eficiente na fixação de nitrogênio do ar, a acácia negra pode agir também como recuperadora e enriquecedora do solo pela deposição elevada de folheto rico em nitrogênio.

O gênero Acácia, segundo Boland et al. (1984), é característico de regiões climáticas áridas e semi-árida, é comum em muitas regiões sub-úmidas, pouco freqüente na região úmida e raro nas florestas tropicais e campos.

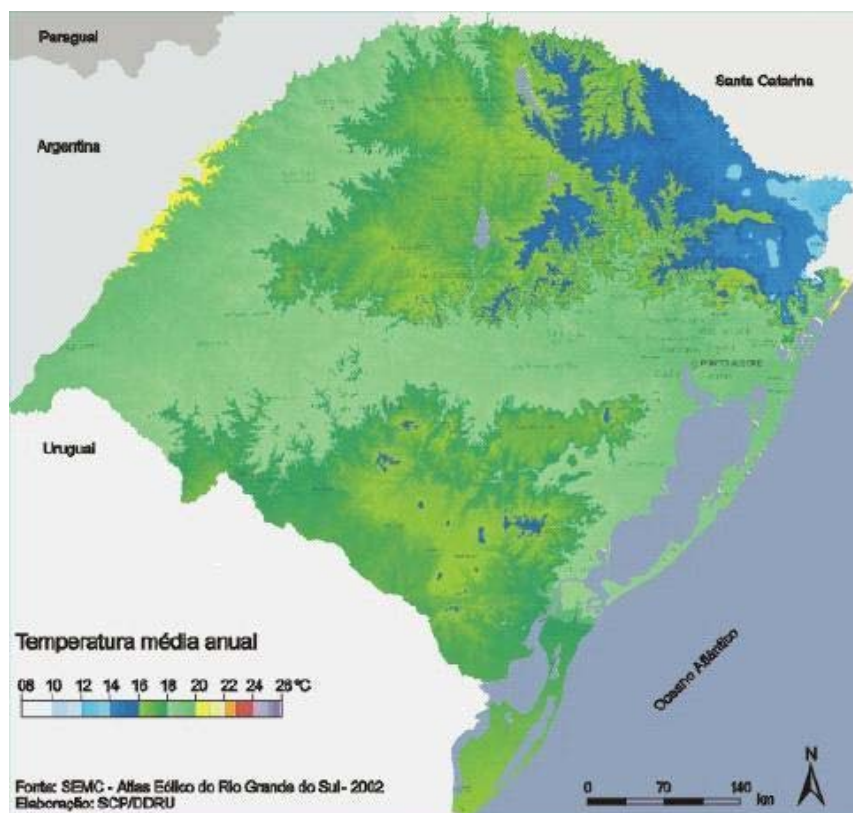
Na região de origem cresce em zonas onde a temperatura média do mês mais quente varia entre 25^o e 28^o C e a temperatura média do mês mais frio varia de 0^o a 5^o C.

A espécie não cresce com vigor em área com ocorrência de muitos dias seguidos com temperaturas que excedem 40^o C. Na região de sua distribuição natural, ocorrem de 10 a 40 geadas por ano, mas seu crescimento é reduzido quando cultivada em regiões de geadas fortes e muito numerosas.

As plantações de acácia negra não toleram geadas fortes e intensas e não apresentam bom desenvolvimento quando submetidas a período de estiagem prolongada, principalmente, no primeiro ano de implantação, segundo Tonietto & Stein (1997), reportando-se às condições ambientais do Rio Grande do Sul.

A acácia negra dá-se otimamente com climas subtropicais, suportando geadas até -2^o C, como também, temperaturas elevadas. As mudas suportam melhor o frio até a idade de três meses e as árvores adultas de três anos para cima.

Na Figura 3, encontram-se distribuídas as temperaturas médias anuais para todas as regiões do Estado do Rio Grande do Sul.

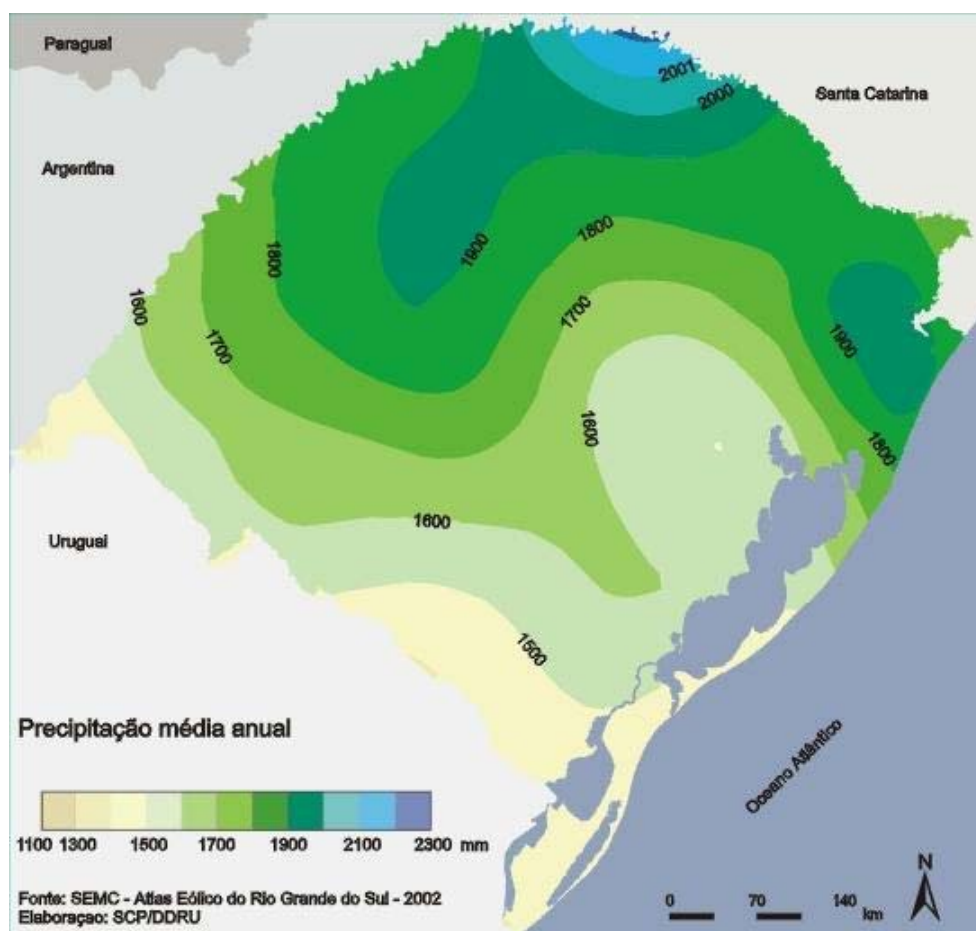


Fonte: FEE (2005).

Figura 3 – Mapa das temperaturas médias anuais do Estado do Rio Grande do Sul.

Na região de origem, a precipitação média anual varia de 625 a 1000 mm, com 100 a 180 dias de chuva por ano.

Na Figura 4, encontram-se distribuídas as precipitações pluviométricas médias anuais para todas as regiões do Estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: FEE (2005).

Figura 4 – Mapa das precipitações pluviométricas médias anuais do Estado do Rio Grande do Sul.

2.5 Sistemas de Produção

Sherry (1971) apud Fleig (1993), descreve vários sistemas de produção de acácia negra. Um dos sistemas foi desenvolvido nos territórios da África Central e consiste em reunir os ramos e galhos finos com a finalidade de queimar, para produção de cinzas com objetivo de servir como fertilizantes das culturas de grãos. Um outro sistema de produção praticado na África do Sul, consiste em cultivos agrícolas intercalados durante o primeiro ano do estabelecimento do povoamento, com objetivo de ajudar o financiamento do projeto de reflorestamento.

No Rio Grande do Sul, Granja (1978) apud Fleig (1993) apresenta dois sistemas de produção de acácia negra: plantio por semente e plantio por mudas. Estes sistemas podem ser praticados em monocultivo de acácia negra ou em sistemas de plantio consorciado com culturas agrícolas como por exemplo: aipim, fei-

jão, milho, melancia, etc., durante o primeiro ano da implantação do reflorestamento.

A espécie floresce de julho a outubro, sendo que os frutos amadurecem de novembro a janeiro. Nas Figuras 5 e 6 são apresentados o detalhe da flor e do fruto, respectivamente.



Figura 5: Flor de *Acacia mearnsii* De Wild.



Figura 6: Fruto de *Acacia mearnsii* De Wild.

2.6 Sementes

Em todo empreendimento florestal deve-se sempre utilizar sementes melhor adaptadas. A origem das sementes irá, como consequência, limitar os ganhos genéticos e condicionar o sucesso do empreendimento. O melhor, mais rápido e mais econômico é aquele obtido pela simples seleção da fonte ou origem geográfica das sementes mais adaptadas.

Dentro de cada região geográfica da área de ocorrência natural da espécie, deve-se obter sementes dos melhores povoamentos. Geralmente, nos povoamentos escolhidos, são colhidas sementes de pelo menos dez (10) árvores que apresentam boa forma e desenvolvimento.

Desde a introdução da espécie no país, a coleta tem sido realizada em formigueiros, uma vez que as formigas após retirarem parte do arilo da semente de acácia, depositam estas sementes na lixeira, armazenando até 3 kg por formigueiro. Os muitos viveiristas espalhados principalmente no Rio Grande do Sul, ainda usam desta prática para a obtenção de sementes para as mudas que comercializam.

Por volta de quatro anos produz abundantemente, mas como se trata de semente muito pequena, é trabalhosa a coleta das sementes, daí porque se recorre aos formigueiros.

A produção de sementes de boa qualidade fisiológica, genética e física é o objetivo final de um determinado sistema de produção de semente. Independentemente do sistema, há necessidade de aplicar uma determinada tecnologia nas diversas etapas do processo de produção, bem como aplicar uma tecnologia adequada e padronizada para avaliar a qualidade das sementes produzidas.

2.6.1 Quebra de Dormência da Semente

A semente apresenta um tegumento (estrutura que recobre) impermeável, sendo necessária a quebra de dormência para efetuar a semeadura.

Para que haja a germinação uniforme das sementes da acácia negra é necessário romper a impermeabilidade do tegumento das sementes. Vários são os métodos utilizados para a quebra de dormência, sendo o mais recomendado o método de imersão em água quente, devido a facilidade de emprego e pelo baixo cus-

to do tratamento. As sementes são tratadas em água quente (90 °C) por um período de quatro a dez minutos, deixando esfriar em água fora de aquecimento durante vinte e quatro (24) horas para quebrar a dormência.

As sementes armazenadas em geladeira podem conservar seu poder germinativo por muito tempo (Bianchetti & Ramos, 1982).

2.7 Mudas

Em todo empreendimento florestal deve-se sempre utilizar mudas melhor adaptadas. A qualidade das mudas irá, como consequência, limitar os ganhos de produção e condicionar o sucesso do empreendimento.

Os viveiristas que mais comercializam mudas de acácia negra costumam produzi-las em torrão ou laminado e, apenas nas empresas produtoras de tanino recentemente começa-se a produção de mudas em tubetes.

Recomenda-se semear de três a quatro sementes diretamente em saquinhos individuais. A germinação se inicia entre sete a vinte dias após o plantio, e a seguir é feito o raleamento, eliminando as plantas mais fracas. Quando atingem vinte centímetros, estão prontas para ir ao campo.

Nas empresas de produção de tanino se pode obter mudas com base em material que já passou por uma seleção e/ou melhoramento, sendo portanto de melhor qualidade, permitindo obter uma floresta mais produtiva e uniforme. Há ainda a possibilidade da importação de sementes da África do Sul e/ou da Austrália.

Os parâmetros utilizados pelos pesquisadores para classificar as mudas em padrões de qualidade se baseiam nos aspectos fenotípicos das plantas, os parâmetros morfológicos, e em aspectos do interior da planta, os parâmetros fisiológicos.

2.7.1 Parâmetros Morfológicos

a) Altura da Parte Aérea

A altura é sem dúvida dentre todos os fatores, o que foi mais utilizado em trabalhos, em que se busca um fator que possa expressar desenvolvimento de

mudas em relação a doses de nutrientes aplicadas (Dias et al., 1991 e Dias et al., 1992), efeito de graus de sombreamento (Reis et al., 1991b) tipos de substratos testados (Gomes et al., 1991), mas como acontece com outros parâmetros, não deve ser utilizado isoladamente para expressar a qualidade das mudas.

Inúmeros pesquisadores tem discutido a respeito da altura das mudas com a sobrevivência a campo, e tem chegado a conclusão que a sobrevivência das mudas plantadas a campo não pode ser relacionada somente com a altura, e sim com as condições apresentadas durante e após o plantio, como falta de precipitação e preparo do solo.

O tamanho das mudas tem sido motivo de divergência, também quanto ao incremento das mudas no campo. No período após viveiro alguns pesquisadores acham que mudas menores apresentam melhores incrementos enquanto outros defendem que mudas maiores apresentam correlação positiva com o desenvolvimento após plantio.

Carneiro (1995) conclui que a altura das mudas no momento do plantio exerce importante papel na sobrevivência e desenvolvimento nos primeiros anos após o plantio, ressaltando que devem ser observa dos limites no crescimento em altura das mudas no viveiro, acima e abaixo dos quais, o desempenho das mudas não é satisfatório, depois do plantio a campo. Este autor declara ainda que as mudas devem apresentar um diâmetro do colo mínimo, de acordo com a espécie e que seja compatível com a altura, para que a muda apresente um desempenho correspondente as expectativas. Por outro lado, para dar suporte à massa verde produzida, também se torna necessário um bom desenvolvimento do sistema radicular.

Ainda segundo este autor, o crescimento em altura das mudas plantadas deve ser observado todos os anos, habitualmente no período de repouso vegetativo. Esta verificação é dada pela taxa relativa do crescimento em altura (Ta) dada pela fórmula:

$$Ta(\%) = \frac{Ac - Av}{Av} \cdot 100, \quad (2.1)$$

onde:

Ta(%) = taxa relativa do crescimento em altura, em percentagem;

Ac = altura da planta no campo;

A_v = altura da planta no viveiro.

b) Diâmetro do colo

Segundo vários trabalhos executados com várias espécies, os pesquisadores relatam que o diâmetro está fortemente correlacionado com o vigor e sobrevivência das mudas após o plantio e que este está muito relacionado com a altura da planta, mas divergem quanto a classe de diâmetro que deve ser usada no plantio. Entretanto quase todos concordam que deva haver um diâmetro mínimo para que cada espécie apresente um máximo rendimento a campo.

Para Carneiro (1995), pode-se calcular também a taxa relativa do crescimento em diâmetro (T_d) em períodos anuais de mudas plantadas, medidas inicialmente ao nível do solo devido a baixa estatura, pela fórmula:

$$T_d(\%) = \frac{D_c - D_v}{D_v} \cdot 100, \quad (2.2)$$

onde:

$T_d(\%)$ = taxa relativa do crescimento em diâmetro, em percentagem;

D_c = diâmetro da planta no campo;

D_v = diâmetro da planta no viveiro.

c) Relação altura da parte aérea/diâmetro de colo (h/d)

A relação h/d é importante na avaliação da qualidade das mudas pois reúne dois parâmetros altamente correlacionados, a altura e o diâmetro, muito importantes na classificação, não devendo, entretanto, ser utilizado isoladamente, pois não considera o sistema radicial das mudas (Carneiro, 1995).

A relação h/d representa a harmonia entre um diâmetro e uma altura de um determinada muda, sendo que estes deverão apresentar limites de diâmetro e altura correspondentes, máximo ou mínimo, para que a muda seja considerada por este critério ideal para o plantio no campo.

d) Massa seca das mudas

A massa seca das mudas tem sido usada por muitos pesquisadores, mas que este parâmetro como os outros não devem ser usado isoladamente, para caracterizar qualidade das mudas.

Dias et al. (1994) em seu estudo do efeito da omissão de macronutrientes em mudas de *Acacia mangium* analisou a massa seca da parte aérea e radicular, como parâmetro morfológico, juntamente com o teor de nutriente nos tecidos, parâmetro fisiológico, para expressar a qualidade das mudas.

Em trabalho com táxi-branco, Dias et al. (1992) buscou mais de um parâmetro morfológico para expressar a qualidade das mudas, incluindo entre eles a altura, o diâmetro e a massa seca da parte aérea. Para alguns pesquisadores além da massa seca aérea deveria ser utilizada a massa seca radicular, a fim de atribuir maior importância as raízes.

Mudas que apresentam um balanço negativo entre a parte aérea e radicular vão apresentar maiores problemas de adaptação depois de plantadas no campo.

A razão entre a parte radicial e aérea esta em função da espécie, do tipo de substrato a ser utilizado na produção de mudas, bem como da fertilidade do mesmo, sendo maior em ambiente de baixa fertilidade (Caldeira et al., 2000).

e) Percentagem de Raízes

Para Carneiro (1995) a percentagem de raízes pode ser obtida pela relação entre o peso radicial e o peso total das mudas, dado pela fórmula:

$$\text{Percentagem de raízes} = \frac{Pr}{Pt} \cdot 100, \quad (2.3)$$

onde:

Pr = peso radicial;

Pt = peso total.

Segundo este autor, o cálculo da percentagem de raízes apresenta inerente deficiência, pois, por este critério, não há como estimar a quantidade de raízes finas, com grandes quantidades de pêlos absorventes, importantes na sobrevivência e no crescimento.

f) Índice de Qualidade de Dickson (IQD)

Segundo Dickson apud Gomes et al. (2003) o IQD é calculado em função da altura da parte aérea (h), do diâmetro do colo (dC), do peso da massa seca total (PMST), do peso da massa seca da parte aérea (PMSPA) e do peso da massa seca radicular (PMSR), através da fórmula:

$$IQD = \frac{PMST(g)}{h(cm) / dC(mm) + PMSPA(g) / PMSR(g)} \quad (2.4)$$

O índice de qualidade de Dickson é um bom indicador da qualidade das mudas, pois no seu cálculo é considerada a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando o resultado de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade (Fonseca et al., 2002).

As mudas com maiores índices de qualidade de Dickson apresentam os maiores valores de diâmetro de colo, massa seca da parte aérea, do sistema radicular e total, e menores valores da relação parte aérea/sistema radicular e da relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (Fonseca et al., 2002).

2.7.2 Parâmetros Fisiológicos

a) Potencial hídrico

Segundo Schmidt-Vogt apud Carneiro (1995) a sobrevivência e o desenvolvimento inicial, após o plantio, está associado a umidade existente no solo. Neste particular o balanço hídrico desempenha papel importante: absorção de água pelas plantas e sua perda pela transpiração. O autor atribuiu que diferentes dimensões de mudas apresentam balanços diferenciados. Em condições favoráveis de umidade do solo, levaram vantagens as mudas de maiores dimensões. Já em condições desfavoráveis, o déficit de saturação de água foi mais elevado em todas as partes da planta de maiores dimensões.

Este conceito está associado com o regime hídrico e, por extensão, com a tensão de absorção das folhas ou acículas. O movimento de água obedece a diferenças entre gradientes de energia livre, deslocando-se das posições de maior para os de menor (Carneiro, 1995).

b) Estado nutricional

Segundo Sutton apud Carneiro (1995) o vigor das mudas pode contribuir para aumentar o período de plantio. A sobrevivência das mudas só são maiores com plantios realizados no outono e no verão, quando o vigor das mudas também for maior. O estado nutricional desempenha importante papel no vigor das plantas. A manipulação dos níveis de fertilidade contribuiu também para a melhoria dos valores dos parâmetros morfológicos. Desde que os efeitos das concentrações e dosagens de cada nutriente sejam bem conhecidos, que os níveis nutricionais ótimos variam entre espécie e até mesmo entre procedências e que as condições de sítio de plantio são variáveis, a tarefa de adaptação de níveis de fertilidade é bastante complexa.

Dentre os fatores que afetam a qualidade das mudas pode-se referenciar:

a) Qualidade genética das mudas

A qualidade genética da muda, dentro da atual fase de melhoramento florestal, está totalmente ligada à produção de sementes melhoradas. A utilização destas sementes juntamente com técnicas silviculturais apropriadas, permite ganhos de produtividade de espécies florestais. Por sua vez a utilização de sementes coletadas em talhões com base genética desconhecida e sem nenhum critério de seleção tem originado povoamentos com desenvolvimento heterogêneo, alta percentagem de árvores dominadas e conseqüentemente baixa produtividade (Sturion, 2000).

Outra maneira de se produzir mudas de qualidade é através da propagação vegetativa ou assexuada. Técnica utilizada para obtermos uma planta idêntica à planta mãe, resultando clones. Mesmo que esta técnica ainda não seja utilizada para a produção de florestas inteiras, ela possibilita ganhos genéticos, e com a geração destes clones, podemos obter a semente para a produção das mudas com qualidade desejada.

b) Peso e Tamanho de Sementes

Balloni et al. (1978) pesquisando sobre o efeito do tamanho de sementes de *Eucalyptus grandis* sobre o vigor das mudas no viveiro e no campo, observaram que, em ambiente de viveiro, quanto maior o tamanho das sementes maior o crescimento das mudas em altura e mais cedo elas atingiram o tamanho próprio para repicagem apresentando menor variabilidade das mudas, associada ao vigor destas. Já em condições de campo, após seis meses, os autores não verificaram efeito do tamanho das sementes sobre o crescimento das mudas.

Mendes et al. (1978) também avaliando o efeito do tamanho da semente sobre a germinação e qualidade de mudas, verificaram que os maiores tamanhos apresentaram a velocidade de germinação mais uniforme e recomenda que cada classe de tamanho de sementes deva ser semeada separadamente, a fim de obtermos mudas mais uniformes, pois segundo o autor, cada tamanho de muda irá permanecer um determinado tempo no viveiro, para que possamos obter mudas de melhor qualidade. Também verificaram que as sementes maiores resultaram nas maiores mudas, com os maiores diâmetros do colo. E para o comprimento das raízes, para o peso seco das raízes e para o peso seco total foi observado aumento com as maiores sementes.

c) Estocagem das mudas no viveiro

Segundo Reis et al. (1991a) o plantio de extensas áreas com espécies florestais implica, às vezes, estocagem de mudas no viveiro por um longo período. Esse envelhecimento faz com que seja afetado o sistema radicular das mudas, afetando seu vigor e conseqüentemente seu desenvolvimento no campo.

d) Fertilização das mudas

De todos os fatores que influenciam na qualidade das mudas a fertilização é sem dúvida a mais pesquisada. Para a fertilização, em geral é adicionada ao substrato uma adubação de base com elementos essenciais (macro e micronutrientes), normalmente na fase sólida, e no decorrer do crescimento das mudas são realiza-

das fertilizações líquidas a base de N e K, ou com soluções completas de nutrientes (Moraes Neto et al., 2003).

Dias et al. (1991), trabalhando com mudas de *Acacia mangium*, na qual foram observados apenas parâmetros morfológicos da parte aérea, como diâmetro do colo, altura e massa seca da parte aérea, verificaram que as plantas responderam positivamente a adição de nitrogênio e negativamente a adição de potássio no solo.

Verificando o crescimento de mudas da *Acacia mangium* em resposta a omissão de macronutrientes, Dias et al. (1994) observaram que o tratamento com ausência de nitrogênio foi o que apresentou a menor produção de matéria seca da parte aérea e parte radicular, mas também notou que a presença de nitrogênio na solução nutritiva inibiu a formação de nódulos no sistema radicular das plantas.

e) Substrato

Substrato é a mistura de materiais usada no desenvolvimento de mudas, sustentando e fornecendo nutrientes à planta. Um substrato ideal é aquele que satisfaz as exigências químicas e físicas das mudas, fornecendo um teor de nutrientes ao seu desenvolvimento. Deve apresentar composição uniforme, baixa densidade, grande porosidade, alta CTC, boa retenção de água, isenção de pragas, patógenos e sementes, ser abundante, operacionalizável e economicamente viável (Barbizan et al., 2002).

Segundo Fernandes et al. (1986), a utilização de novos tipos de recipientes exige estudos visando a adequação do substrato, de acordo com a particularidades de cada tipo de recipiente, propiciando, assim, boas condições para o desenvolvimento das mudas e adequada agregação entre o sistema radicular e o substrato.

Utilizando como variáveis o diâmetro do colo, altura total, peso seco do sistema radicial e da parte aérea, peso seco total, razão entre o peso do sistema radicial e da parte aérea e número de nódulos, afim de verificar o efeito das diferentes doses de vermicomposto (0; 56; 112; 168; 224 cm³) na produção de mudas de *Acacia mearnsii*, Caldeira et al. (2000) observaram que para a altura e diâmetro as melhores doses foram 56; 112; 168 cm³ de vermicomposto. Já a maior produção

de biomassa aérea foi alcançada com 56 cm³. Para a produção de biomassa de raízes e total as melhores doses foram 56 e 112 cm³. E as mudas produzidas com 168 cm³ apresentaram a maior formação de nódulos enquanto que na dosagem 224 cm³ praticamente não foram observados nódulos. Estas observações levaram os autores a conclusão que para produção de mudas de *Acacia mearnsii* com adequado padrão de qualidade, nas condições do experimento, as melhores doses de vermicomposto variam de 56 a 112 cm³. Com relação a razão entre a parte radicular/parte aérea, os autores observaram, que doses crescentes de vermicomposto tendem a diminuir esta razão.

f) Recipiente

Gomes et al. (2003) relata que apesar do saco plástico ter sido considerado superior, quando comparado a outros recipientes, provavelmente devido ao maior volume, este apresenta algumas desvantagens como o enovelamento do sistema radicular, o alto custo de transporte das mudas para o campo e o baixo rendimento das operações de distribuição e de plantio no campo. As pesquisas com embalagens para a produção de mudas têm sido muito dinâmicas e sempre acatando o princípio de que o sistema radicular é muito importante, devendo apresentar boa arquitetura, e que por ocasião do plantio, sofrer o mínimo de distúrbios, favorecendo a sobrevivência e o crescimento inicial no campo.

Para estes autores, quando se comparam diferentes volumes de tubetes (50, 110, 200 e 280 cm³) na produção de mudas, observa-se que os tubetes de maior volume apresentam mesmo aos 120 dias, disponibilidade de espaço e de nutrientes, o que permite a continuidade do crescimento das mudas, possibilitando uma permanência maior no viveiro. E quando são comparados intervalos de altura para o plantio e a economicidade na produção, são escolhidos os tubetes de dimensões intermediárias, sendo o mais indicado o tubete de volume de 110 cm³.

g) Sombreamento

Em trabalho realizado para verificar o efeito do sombreamento sobre a qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, Fonseca et al. (2002) verificaram

que a qualidade das mudas foi afetada pelo período de permanência sob sombreamento, sendo que, embora as mudas tenham alcançado as maiores alturas das partes aéreas e áreas foliares, apresentaram as piores qualidades, como redução do diâmetro do colo, da massa seca do sistema radicular e do Índice de Qualidade de Dickson, e aumento da relação altura da parte aérea/diâmetro do colo e da relação parte aérea/radicular.

2.8 Preparo da Área e Plantio

Silva (1997) recomenda ao invés da limpeza de área com o uso de fogo, a utilização que contemple a manutenção dos resíduos; e, por fim, em caso da decisão positiva sobre o uso do fogo, recomenda-se que ocorra fora dos meses de verão para evitar o período de maior erosividade devido a chuva.

Segundo Schumacher (1998) a perda de nitrogênio ocorre quando a temperatura do fogo é maior que 300 °C. Nesta mesma temperatura enxofre e fósforo são perdidos por gaseificação. A perda de potássio ocorre quando a temperatura atinge valores acima de 500 °C. Mediante a remoção das cinzas pela ação do vento e da chuva ocorre uma exportação de nutrientes do sítio, por isso deve-se evitar a queima para a limpeza da área de plantio.

A acácia negra por ser uma espécie que não rebrota após o corte raso, necessita para a continuidade da floresta, a regeneração natural, com o uso do fogo, ou o plantio de mudas produzidas em viveiro ou sementes (semeadura direta) (Tonietto & Stein, 1997)

O crescimento inicial das árvores no primeiro ano de plantio quando efetuado com mudas é superior às demais formas de plantio.

A regeneração natural é possível em áreas cultivadas anteriormente com esta espécie, pela queima dos resíduos de colheita, que provoca a quebra da dormência das sementes caídas no solo. A exposição do terreno ao sol, livre dos resíduos da colheita, também possibilita a regeneração natural, que normalmente é mais lenta e não tão intensa como pela queima dos resíduos.

Na semeadura direta, as sementes tem sua dormência quebrada anteriormente e podem ser semeadas em covas a intervalos fixos ou em linhas numa profundidade de 5 cm. Já se utiliza o plantio mecanizado por semeadura direta, de

forma semelhante ao que é feito nos cultivos agrícolas de milho, soja e trigo por exemplo.

Na semeadura em recipientes, recomenda-se semear de três a quatro sementes diretamente em saquinhos individuais. A germinação se inicia entre sete a vinte dias após o plantio, e a seguir é feito o raleamento, eliminando as plantas mais fracas. Quando atingem vinte centímetros, estão prontas para ir ao campo.

Quanto ao preparo da área, se a implantação se der por mudas, devem ser consideradas as diferentes situações em que o plantio está sendo efetuado para tomar uma decisão sobre o preparo da área. De forma geral, pelo seu sistema radicular superficial, a acácia negra não necessita de área preparada intensivamente.

O preparo de solo quando utilizado a consorciação com culturas agrícolas consiste em uma aração e gradagem na área, pois a possibilidade de formação de uma camada compactada no solo é muito grande. Desta forma recomenda-se, pelo menos na linha de plantio, o uso de subsolador em profundidade suficiente para romper a camada compactada. O mesmo procedimento pode ser adotado em áreas de solos muito pedregosos na superfície e que apresenta uma profundidade de solo acima de 50 cm.

Quando utiliza-se o plantio de mudas sem o consórcio com culturas agrícolas, o preparo de solo consiste em uma sub-solagem (55 cm de profundidade) e gradagem pesada na linha de plantio, sendo que nas entrelinhas o solo permanece com vegetação de cobertura.

Em áreas que estavam sendo utilizadas com pastagem, a profundidade de preparo pode ser reduzida, uma vez que há a necessidade de rompimento da compactação superficial formada pelo pisoteio. Nestes casos, o mais importante é o controle das gramíneas, no primeiro ano de plantio, seja por uso de herbicidas ou pelo revolvimento do solo.

Dedecek et al. (1998), não encontraram diferença de crescimento em acácia negra plantada em área de pastagem natural preparada com subsolador na linha de plantio ou abertura de covas manual. Em área de plantio de segundo ciclo de acácia negra, que não tenha sido compactada pela colheita mecanizada e/ou pelo baldeio mecanizado de madeira, não há necessidade de preparo do solo.

Quando a implantação da acácia negra esteja sendo realizada por sementes, as mesmas situações descritas acima devem ser observadas, mas, neste caso, é possível a semeadura direta com máquinas.

Na implantação por regeneração natural, seja com ou sem fogo, não há necessidade de preparo do solo, tanto para a acácia negra como para o cultivo anual em consórcio no primeiro ano de plantio.

O plantio é feito normalmente no inverno, julho-agosto, depois das chuvas; tanto o plantio como o replantio das mudas é realizado com auxílio de enxadão e a adubação consiste em 320 Kg por hectare de N P K (5-20-20) (Fleig, 1993).

O plantio de acácia negra utilizando sementes diretamente no campo, é utilizado pela Empresa Agroseta. O preparo do solo é feito com um subsolador com três hastes a 60 cm de profundidade e depois é passada uma grade; a semeadura é feita colocando em torno de doze (12) sementes por cova, no espaçamento de 3,0 x 1,3 metros. A germinação é de 5 a 6 mudas por cova e com 10 cm de altura, faz-se um raleio deixando apenas uma planta. A manutenção é dada antes do plantio com herbicida pré-emergente nos sulcos e pós-emergente (Roundup), nas entre linhas.

2.9 Adubação

Como leguminosa, a acácia negra está entre as cinquenta melhores espécies fixadoras de nitrogênio, mas requer fornecimento de fósforo para seu rápido crescimento. Em plantios comerciais, a adubação de 50 gramas de NPK (5:30:15) por cova tem sido muito usada no primeiro ano.

Experiências em solos derivados de arenito mostraram que a fertilização P e K (19 Kg de P e 29 Kg de K por hectare) aumentou a produtividade, porém, fertilizante contendo N não teve respostas significativas, devido a acácia negra conseguir fixar N₂ da atmosfera (ICFR, 1991).

As recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (1995), sugere que a adubação de plantio deva ser aplicada na cova ou no sulco de plantio, no momento da implantação do povoamento. Tais aplicações julgam-se, serem mais eficientes e econômicas, além de reduzirem os custos e/ou as necessidades

de tratos culturais. A Tabela 1 a seguir, apresenta as adubações de plantio e de crescimento para a acácia negra.

Tabela 1 – Adubações de plantio e de crescimento para acácia negra.

Teor de matéria orgânica do solo (%)	Adubação nitrogenada (Kg N/ha)	
	Plantio	Crescimento
≤ 2,5	30	0
2,6 – 5,0	15	0
> 5,0	0	0

Fonte: Manual de Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (1997).

A adubação de reposição é indicada para suprir os nutrientes exportados pela colheita florestal, devendo ser aplicada após a exploração da madeira, utilizando as indicações de calagem segundo o índice SMP para pH de 5,5. As respostas à calagem têm sido mais relacionadas ao suprimento adequado de cálcio e magnésio do solo do que à neutralização do alumínio e/ou do manganês do solo. Quanto à adubação de crescimento espera-se que por ser uma espécie leguminosa, as incorporações de nitrogênio ao solo sejam maiores que os valores de retirada com a exploração da madeira. A Tabela 2 a seguir, apresenta as adubações de plantio e reposição para a acácia negra.

Tabela 2 – Adubações de plantio e reposição para acácia negra.

Teor dos nutrientes (P) e (K) no solo	Adubação potásica Kg K ₂ /ha		Adubação fosfatada Kg P ₂ O ₅ /ha	
	Plantio	Reposição	Plantio	Reposição
Limitante	50	60	120	100
Muito baixo	40	60	80	100
Baixo	30	60	50	100
Médio	20	60	30	100
Suficiente	10	60	15	100
Alto	≤ 10	≤ 60	≤ 15	≤ 100

Fonte: Manual de Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (1997).

De acordo com o “Institute for Commercial Forestry Research – ICFR”, da África do Sul (ICFR, 1991), a aplicação de superfosfato e cloreto de potássio no plantio de acácia negra proporcionou um aumento de até 7 toneladas de casca e 60 m³ de madeira por hectare. Num estudo que vem sendo desenvolvido no Município de Paverama, Rio Grande do Sul, o tratamento com adição de 15g de super triplo + 45g de KCl, com relação P/K 1:3, demonstraram o maior incremento em altura, sendo 12,7% superior a testemunha e 8,3% superior ao tratamento com adição de 25g de super triplo + 45g de KCl, denotando, inicialmente, que a planta não responde à níveis muito elevados de potássio, assim como deve ser mantido o equilíbrio da relação P/K (Keil et al., 1998). Alguns especialistas recomendam a utilização de fósforo e potássio em solos derivados de arenito e para os demais solos somente a adubação fosfatada.

De modo geral, a manutenção dos resíduos na superfície do solo permite devolver mais nutrientes do que é retirado com a exploração da madeira e casca. Alguns macronutrientes ficaram muito próximos do limite ou tiveram devolução menor do que a retirada, principalmente nos solos mais produtivos, que é o caso do cálcio e magnésio.

Normalmente nos solos estudados, estes nutrientes ocorrem em baixos teores e a acidez é elevada, dificultando a sua disponibilidade para as plantas (Rachwal et al., 2001). Para Pereira et al. (1999), com a retirada da madeira e da casca na idade de colheita, os nutrientes mais exportados foram nitrogênio, cálcio e magnésio.

Deve-se salientar que a quantidade de nutrientes devolvidos ao solo, pressupõem a não retirada dos resíduos e/ou não queima deles. A queima dos resíduos é uma prática comum para os pequenos agricultores, e não é problemática porque os galhos servem de local para a reprodução da principal praga que ataca a acácia negra, que é o cascudo-serrador. Desta forma, as fertilizações nesta espécie florestal além de considerar os solos e a sua litologia, devem, para manter a sustentabilidade, levar em conta a impossibilidade de retorno dos resíduos.

No Rio Grande do Sul existe uma legislação própria, que recomenda a coleta e queima dos galhos cortados pelo cascudo-serrador todos os anos, principalmente nos meses do verão. Alguns municípios, como Triunfo, fiscais são contrata-

dos pela Prefeitura para garantir que o controle destes galhos está sendo efetuado nas área de cultivo da acácia negra.

Segundo Camillo (1997), à medida que as árvores crescem, ocorre um aumento da acidez do solo, uma diminuição da porcentagem de matéria orgânica e dos elementos fósforo, potássio, cálcio e zinco.

A aplicar e cobrir ligeiramente com terra o fertilizante, resulta em um melhor crescimento as plantas, principalmente quando o solo possui um certo teor de umidade.

2.10 Espaçamento

Sendo a acácia negra uma espécie muito cultivada e de grande importância econômica, a decisão a respeito de como, onde e em que espaçamento plantar, e quando e onde cortar, são as mais difíceis, por envolver uma série de restrições e variáveis dendrométricas e econômicas.

Sherry (1971) cita como usuais os espaçamentos que permitam plantar 2500 mudas por hectare. Estes espaçamentos são 3 x 1,33 m e 2 x 2 m.

Também tem-se conhecimento de plantios com uma densidade um pouco diferenciada. Oliveira (1960), cita plantios com espaçamentos de 2 x 2 m, 2,5 x 2,5 m; ou ainda 3 x 1,33 m, 3 x 2 m, 3 x 3 m. Todavia, visando a facilidade dos tratos com máquinas e cogitando da obtenção de maiores diâmetros, têm sido recomendados espaçamentos que variam de 4,0 a 6,0 metros quadrados, isto é: 2 x 2 m, 2 x 3 m, 3 x 1,33 m.

O espaçamento usado em plantios comerciais varia entre 3,0m x 1,33 m e 3,0m x 1,66 m, correspondendo a uma densidade de 2500 a 2000 árvores/ha, respectivamente. Neste espaçamento eram colhidas 1200 árvores com DAP maior que 7 cm. No entanto, em minifúndios os proprietários mantêm de 2.500 a 3.000 mudas por hectare.

Os espaçamentos aplicados nas empresas variam entre 1 até 2 m entre as plantas na linha, sendo sempre um espaço de 3 m entre as linhas para facilitar o emprego das máquinas. Isto significa que as empresas do Rio Grande do Sul, hoje, usam espaçamentos amplos com densidades entre 3333 a 1667 mudas por hectare.

A Empresa SETA (Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda.), utiliza um espaçamento de 3 x 1,33 m em seus plantios, por realizá-los com máquina, mas o agricultor pode utilizar o espaçamento de 2 x 2 m, pois ambos resultam em 2.500 árvores por hectare.

Posenato (1977), estudando a produção de casca e madeira de acácia negra com espaçamentos variando de 1,0 x 1,0 m à 3,38 x 3,38 m, constatou, aos sete anos, que quanto menor o espaçamento maior é a produção de casca e madeira por hectare, e que a produção média de tanino é diretamente proporcional ao aumento do espaço vital entre as árvores. Encontrou diferenças estatisticamente significativas nos rendimentos de casca, com diferenças médias entre os menores e maiores espaçamentos de 1.244 kg/ha.

De acordo com Schneider et al. (1999), a produção de lenha e tanino por árvore é proporcional com o espaço vital de cada árvore, e por isso quanto maior o espaçamento maior o rendimento. Por outro lado, Schneider et al. (2000) concluíram que quanto menor o espaçamento maior a produção de madeira e casca por hectare, porém, com menor diâmetro médio. Observaram também que o crescimento em diâmetro e altura total é diretamente proporcional ao tamanho do espaçamento alcançando, aos nove anos, para tais variáveis, respectivamente, uma diferença de 6,5 cm e 4,5 m. O crescimento em área basal, volume com casca e peso de casca verde por hectare são inversamente proporcionais ao tamanho do espaçamento, alcançando, aos nove anos, respectivamente, uma diferença entre o menor e o maior espaçamento de 6,4 m²/ha, 37,3 m³/ha e, 6.885 kg de casca verde por hectare. Em relação a altura dominante, constataram que a mesma não foi afetada pelos espaçamentos utilizados (1 x 1 m, 2 x 1 m, 3 x 1 m, 3 x 1,33 m e 3 x 2 m).

Fleig et al. (2001) estudando o impacto econômico de diferentes espaçamentos de *Acacia mearnsii* De Wild. na produção de madeira e casca verde, concluíram que em sítios ruins a rotação ótima é de cinco anos e nos sítios bons é necessário prorrogar a rotação por mais um ano. E, que o espaçamento ótimo sob o ponto de vista econômico é de 3 x 1,33 m.

Scheren et al. (2001) propuseram os espaçamentos 2 x 2 m e 3 x 2 m como solução ótima, quando do estudo da determinação do espaçamento a ser adotado em uma propriedade florestal específica, com o objetivo de maximizar o Valor Es-

perado da Terra (VET), considerando restrições de capital e mudas mediante a utilização da programação linear.

A influência da densidade do povoamento sobre o crescimento em altura, volume e peso de casca da acácia negra foi estudada por Schoenau (1969) em um experimento de intensidade de desbaste com densidades entre 1000 e 2000 árvores por hectare. Os resultados mostraram que a densidade do povoamento não afetou o crescimento da altura total média e dominante, mas influenciou a produção de madeira e peso de casca, pois, quanto maior for a intensidade do desbaste menor será a produção de madeira e casca. Por outro lado, a densidade do povoamento apresentou correlação significativa com a produção de casca.

Os efeitos da densidade inicial de povoamentos de acácia negra foram estudados por Schoenau (1973), em experimentos realizados no Kenya, nos quais constatou que, para densidades iniciais entre 500 e 2.500 árvores/ha a altura total média, aos dez anos de idade, não apresentou diferença significativa dentro de um mesmo sítio, havendo variações entre diferentes sítios. O mesmo comportamento foi observado com a altura dominante.

A teoria de MAR difundida por Moeller apud Assmann (1961), em relação ao crescimento e produção florestal estabelece que "... o incremento em volume não é influenciado pela densidade do povoamento, dentro de certos limites". Isso quer dizer que, a longo prazo, excluindo os extremos de densidade de um povoamento, a produção total é semelhante para diferentes níveis de densidade.

2.11 Tratos Culturais

Um bom povoamento de acácia negra além de ser um reflexo de um bom sítio, associado a uma muda de boa qualidade, depende de uma boa manutenção no que concerne ao controle de plantas daninhas, pragas e doenças. Também é importante uma adubação que permita um bom estado nutricional às plantas.

Os tratos culturais representados pelo controle de ervas daninhas de forma manual ou química, tornam-se indispensáveis, pois só com a eliminação de concorrência determinada pelas ervas daninhas e plantas invasoras, é que será conseguido o crescimento regular e harmônico do povoamento florestal.

No primeiro ano do plantio é realizado uma capina com coroamento na linha de plantio e roçada mecanizada na entre linha (Fleig, 1993).

A acácia negra não requer podas de formação e/ou condução uma vez que até estes dias não tem sido cultivada para a produção de madeira serrada, e apresenta razoável queda natural da galhada.

O desbaste é recomendável principalmente nas áreas em revegetação por fogo, para reduzir a densidade populacional e obter troncos de maior diâmetro.

Em plantios de mudas de torrão recomenda-se o raleio, uma vez que tradicionalmente os viveiristas costumam fornecer torrões com duas mudas cada.

Normalmente este raleio é feito dos 12 aos 18 meses, principalmente depois do primeiro verão após plantio, que é o período de maior dano da ação do cascu-do-serrador.

É importante salientar que estudos referentes à competição das ervas daninhas e os custos para o seu controle são urgentemente necessários.

2.12 Problemas da acácia negra

A acácia negra apresenta problemas comuns a outras culturas florestais, dentre estes, os mais importantes são a formiga, serrador e a gomose.

2.12.1 Formigas

Segundo Link (1998), a utilização de iscas granuladas são de fácil aplicação, dispensando aparelhos e não apresentando os perigos de intoxicação, tem apresentado um alto grau de eficiência, constituindo no método ideal para o combate a formigas cortadeiras. As iscas granuladas devem ser aplicadas na base de 5 a 10 g/m² de área solta, próximo aos principais olheiros de abastecimento em dias secos e nas horas de maior movimento de formigas, tendo-se o cuidado de não colocá-las sobre as trilhas e/ou dentro do formigueiro, utilizar luvas durante a aplicação, pois caso contrário as formigas poderão rejeitar as iscas.

2.12.2 Serrador

O serrador, *Oncideres impluviata*, é, até agora, a única praga, além da formiga, que danifica seriamente as plantações, prejudicando o crescimento e, com isso, o pleno rendimento das árvores, deformando-as e, algumas vezes, provocando a perda total do pé atacado. Como o serrador desova nos galhos serrados ou cortados por ele e como o seu desenvolvimento se completa dentro dos mesmos, a forma mais simples, prática e econômica de combate consiste em juntar e queimar os galhos afetados.

As plantas cortadas dão lugar a bifurcação no ápice, pois os brotos localizados logo abaixo do corte desenvolvem-se formando uma forquilha da qual não se pode extrair a casca, por seu mau desenvolvimento. A planta não se desenvolve, propiciando árvores raquíticas.

A única maneira de se poder controlar a ação desta praga é por meio mecânico. Deve-se juntar todos os galhos cortados caídos ou não ao solo. Amontoá-los e queimá-los. Isto deve ser feito desde princípios de fevereiro, quando terminou a postura, até fins de junho e mesmo até setembro, com tempo seco, época em que o adulto está pronto para emergir e iniciar novo surto (Oliveira, 1960).

2.12.3 Gomose

A gomose é a principal doença que tem limitado a produtividade da acácia negra. Os sintomas são o rompimento dos vasos e o surgimento de uma substância com aspecto de goma, principalmente na base do tronco e posteriormente estendendo-se para as partes superiores. A queda do rendimento de casca e a morte de árvores susceptíveis são os principais prejuízos. Avaliações em acaciais em idade de corte, no Rio Grande do Sul, mostraram que 5% das árvores haviam sido mortas pela doença e outros 19% das árvores apresentavam diferentes graus da doença. Uma das formas mais econômicas e ambientalmente corretas para diminuir os efeitos causados pela gomose é o desenvolvimento de material genético melhorado para resistência à doença (Auer et al., 1995).

2.13 Produção da acácia negra

A idade de corte no Brasil varia desde 5,5 anos até 10 anos, enquanto na África do Sul ocorre, normalmente, aos 11 anos.

Quando da colheita recomenda-se o empilhamento das toras em nível, o que é facilitado quando o plantio também foi efetuado em nível. Desta forma, é possível reduzir a erosão durante a fase mais crítica, que vai do corte raso até o primeiro ano pós-plantio, ou a cobertura total do solo.

A retirada da casca da planta normalmente é realizada com a árvore ainda em pé, procedendo-se na seqüência o corte. Os pequenos agricultores normalmente realizam o corte nos meses de junho e julho, devido a menor demanda de mão-de-obra na agricultura.

A preferência da colheita no inverno também é motivada pela necessidade de entrega das cascas na indústria no menor prazo possível, em relação a qualidade do tanino a ser produzido. A colheita no inverno, época de temperaturas mais baixas, ameniza o efeito do tempo transcorrido entre a colheita e a entrega das cascas.

A amplitude de produtividade gira em torno dos 10 a 25 m³/ha/ano, sendo a produção média de casca em torno de 15 ton./ha. Uma árvore de acácia negra pesa em média nos plantios brasileiros, na idade de 6 a 8 anos, 60 kg, sendo que destes 6 kg correspondem à casca e 54 kg à madeira. Em média considera-se uma produtividade de 2,2 ton./ano de casca e 25,7 st./ano de madeira, num ciclo cultural de 7 anos e uma área colhida de 20 mil ha/ano, com uma produção anual em torno de 44 mil toneladas de casca e 3.600.000 de metros cúbicos de madeira.

Luckhoff apud Sherry (1971) fez um estudo histórico da *Acacia mearnsii* De Wild. em diferentes regiões da África do Sul e encontrou marcantes diferenças entre elas, quanto a concentração de tanino na casca, ficando esta, em torno de 28%.

Estudos similares feito por Sidey apud Sherry (1971) com material autêntico da acácia negra, recolhido em diferentes regiões da África do Sul, encontrou tanino presente em todos os órgãos da planta. As cascas de algumas espécies do gênero *Acacia*, como a *Acacia australiana*, estão entre os vegetais mais ricos em tanino, contendo mais de 30% de tanino do seu peso seco.

Devido a isto, Maiden apud Sherry (1971) considerou a acácia negra como sendo a melhor espécie em termos de quantidade de produção em relação a sua qualidade e coloração do tanino.

A acácia negra apesar de apresentar produção com sete anos da implantação, é uma espécie que apresenta uma excelente rentabilidade, superior a muitas espécies, embora o rendimento quantitativo da madeira seja inferior. A Taxa Interna de Retorno alcança 49,21%.

É importante ressaltar que os produtores que plantarem culturas anuais como feijão, milho, melancia, mandioca, etc. nas entrelinhas nos três primeiros anos do plantio da acácia negra, após esse período liberam a área para a pastagem do gado que se alimenta do sub-bosque (Mora, 2002).

Portanto, a rentabilidade econômica da acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) pode ser ainda maior do que os indicadores econômicos apresentados.

2.14 Sistemas agroflorestais

Inúmeros consórcios existentes e bem sucedidos tem sido relatados da acácia negra com cultivos agrícolas no primeiro ano de plantio, principalmente na pequena propriedade no Rio Grande do Sul, como milho, mandioca, melancia e fumo, dependendo da região (Granja, 1979).

Em áreas de maior declividade, pouco recomendáveis para o uso com cultivos agrícolas, plantios com acácia negra tem sido usados em rotações com cultivos de batata principalmente. A acácia negra se beneficia da adubação usada nos cultivos agrícolas e pode atingir desenvolvimento esperado no sétimo ano em prazos menores, reduzindo o ciclo.

Dois aspectos são importantes, há relatos de agricultores relacionando o desenvolvimento mais rápido da acácia negra com o aumento da incidência de gomose e não se tem estudos da densidade básica que é atingida nestes cortes com menor idade das plantas.

O consórcio com milho, mandioca e fumo é mais comum em áreas de revegetação pelo fogo, em que o plantio da cultura agrícola é efetuado imediatamente após o fogo, normalmente nos meses de agosto e setembro. No consórcio com melancia, também a acácia negra é plantada por mudas na mesma época do plan-

tio da melancia. Em ambos os consórcios, ele é efetuado apenas no primeiro ano. É comum também a ocupação das áreas de plantio em larga escala com gado, no terceiro ano após o plantio da acácia negra, para aproveitamento principalmente das áreas ao longo das estradas e aceiros.

É importante ressaltar que os produtores que plantarem culturas anuais como feijão, milho, melancia, mandioca, etc. nas entrelinhas nos três primeiros anos do plantio da acácia negra, após esse período liberam a área para a pastagem do gado que se alimenta da vegetação do sub-bosque, permitindo o aproveitamento principalmente das áreas ao longo das estradas e aceiros (Mora, 2002).

2.15 Principais compradores internos e externos

A cadeia florestal brasileira é uma das maiores geradoras de emprego, renda e divisas do agronegócio nacional. As condições do Brasil o favorecem em relação aos líderes do mercado mundial.

Segundo previsão de organismos internacionais, em 2010 o déficit mundial de madeira se aproximará de 500 milhões de metros cúbicos anuais.

A possibilidade de aproveitamento múltiplo da acácia negra no cenário que está se desenhando, aliada à qualidade da sua matéria-prima, vem contribuir para a expansão da atividade no Estado do Rio Grande do Sul e à conquista de novos mercados.

Esse aproveitamento múltiplo de recursos, aliado a boa remuneração, fazem da acacicultura uma das melhores opções de investimento no setor primário.

Basicamente dois produtos provindos da acácia negra são comercializados, a madeira e o tanino, seja interna ou externamente.

A madeira é destinada a consumidores de lenha para energia, produção de carvão e exportação de cavacos para celulose, principalmente, para o Japão.

Já em relação ao tanino, cerca de 60% da produção é destinada ao mercado interno para os setores de curtumes, adesivos, petrolífero, de borrachas, etc. O restante 40% é exportado para mais de cinquenta países.

Vale ressaltar que os únicos produtores e exportadores de tanino são a África do Sul, Brasil, Chile e China.

2.15.1 Preços históricos

a) Casca

Ano de 2000 R\$ 60,00/tonelada;

Ano de 2001 R\$ 72,00/tonelada e

Ano de 2002 R\$ 115,00/tonelada.

b) Madeira

Ano de 2000 R\$ 20,00/estéreo;

Ano de 2001 R\$ 23,00/estéreo e

Ano de 2002 R\$ 30,00/estéreo.

2.16 A Empresa SETA (Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda.)

O Grupo SETA, desde sua fundação, em 1941, está sediado em Estância Velha, no Estado do Rio Grande do Sul, na Região Sul do Brasil.

Nesta unidade centraliza-se toda a administração e gestão do Grupo SETA, bem como a produção de taninos vegetais e especialidade químicas e a comercialização e estocagem das linhas de produtos da SETA e de parceiros.

Dentre as empresas do grupo estão:

Seta S/A – Extrativa Tanino de Acácia, empresa que fabrica tanino e outros produtos químicos para o mercado do couro. A matriz e uma das filiais estão localizadas em Estância Velha – RS. Outra filial da empresa localiza-se em Taquari – RS.

Mita Ltda., joint-venture formado pela Setapar e Mitsubishi Corporation, empresa que produz cavacos e madeira para o mercado internacional de celulose.

Acquaquímica Ltda. produz especialidades químicas, a base de tanino, para vários segmentos industriais.

River Chimica Industriale S.p.A., empresa de representação e comercialização de produtos químicos.

Setapar S/A, empresa holding que detém participação nas outras empresas do grupo.

2.16.1 História

O Grupo SETA, atualmente composto por diversas empresas, teve sua origem em 1941, com a fundação da Empresa Sociedade Extrativa Tanino de Acácia (cujas iniciais deram origem ao nome SETA), na cidade de Estância Velha, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. A empresa foi a primeira indústria de tanino de acácia negra do continente americano e foi formada por curtidores, liderados pelo Sr. Edvino Leuck.

A SETA surgiu para suprir a demanda de tanino dos curtumes locais, passando, posteriormente, a suprir todo mercado nacional. Em época de plena guerra mundial, enfrentando todas as adversidades próprias à situação, os empreendedores começaram a primeira unidade fabril com equipamentos usados, devido à impossibilidade de contar com a indústria nacional e também por não haver condições, na época, de importar. Graças ao esmero de seus gestores e a qualidade de seus produtos, a empresa rapidamente alcançou o mercado internacional. A produção que começou com 500 quilos/dia, em cinco anos alcançava 5000 quilos/dia de tanino sólido e líquido.

Com o desenvolvimento dos negócios, foi fundada, em maio de 1946, uma filial na cidade de Taquari (RS), às margens do Rio Taquari. A localização geográfica da filial representava uma oportunidade de crescimento futuro, devido ao acesso direto ao Porto de Porto Alegre, de onde saía toda a produção do Estado do Rio Grande do Sul. Na mesma época, adotou-se a denominação S.A. Extrativa Tanino de Acácia, tendo o Sr. Edvino Leuck à frente dos negócios, como diretor presidente da empresa.

Ao longo dos anos 50 surgiu a concorrência de empresas do setor no Brasil, fato saudável para o desenvolvimento do mercado. Rapidamente a produção nacional de tanino tornou-se suficiente para atender a demanda interna. A SETA sedimentou-se na indústria nacional de tanino, devido a investimentos pesados em pesquisa e desenvolvimento.

Desde sua criação, a SETA busca o crescimento e desenvolvimento, com o objetivo de oferecer produtos de qualidade, prestar a melhor assistência técnica possível aos seus clientes e produtores de matéria-prima, além de buscar novos

mercados, investindo na modernização tecnológica dos processos produtivos, tanto no aspecto florestal como industrial.

A modernização acentuou-se a partir da década de 70, com a adequação das plantas industriais de Taquari e Estância Velha, para a produção de tanino em pó e atomizado. Nessa época, o diretor presidente era o Sr. Mario Leuck.

Com a consolidação patrimonial e o domínio da tecnologia na produção de tanantes e no cultivo da acácia, associados à modernização do parque industrial na década de 80, a empresa passou para uma produção de 30000 ton/ano de tanino em pó, granulado e líquido, nas plantas de Taquari e Estância Velha.

Em 1987, foi instalada uma filial voltada para o desenvolvimento, produção e comercialização de produtos químicos derivados do tanino e petroquímicos. A empresa, assim, ingressava no segmento da química fina, denominando seus produtos de “especialidades químicas”. A filial é conhecida no mercado como SETA QUÍMICA.

Um grande processo de reestruturação e reorganização administrativa e societária aconteceu nos anos 90. Em 1996, o Sr. Carlos Alfredo Leuck foi eleito diretor presidente, permanecendo no cargo até os dias atuais.

Para estender a sua atuação corporativa e procurando o crescimento globalizado, em 1998, a Setapar S/A formou um joint-venture com a Mitsubishi Corporation, para instalação de uma planta para produção de cavacos de madeira, com o propósito de absorver e desenvolver o potencial florestal da acácia negra no Rio Grande do Sul, visando o abastecimento mundial. A empresa constituída, Mita Ltda., está instalada às margens do Rio Taquari, ao lado da filial da Seta.

Em 1999, foi criada a Acquaquímica Ltda., empresa voltada ao fornecimento de produtos derivados do tanino para outros segmentos industriais, tais como: produção de açúcar, álcool, petróleo e também para o tratamento de águas de consumo e residuais, entre outros. Além da fábrica localizada no município de Estância Velha, no Estado do Rio Grande do Sul, a empresa possui filiais nas cidades de Araraquara, no Estado de São Paulo, e em Maceió, capital de Alagoas.

Com o objetivo de tornar a empresa mais competitiva, através de crescentes investimentos em recursos humanos e no parque fabril, a empresa passou a adequar os seus processos ao Programa de Qualidade SETA, que culminou com a certificação ISO 9001, em junho de 1999, para o tanino e, em 2002, para as espe-

cialidades químicas voltadas para o couro, ambas da Empresa Seta S/A. Em 2003 foram certificadas as especialidades químicas a base de tanino, fabricadas pela Empresa Acquaquímica Ltda.

Em 2002, a Setapar S/A firmou sociedade com a empresa italiana River Chimica Industriale S.p.A., para representação e comercialização dos produtos SETA e River, respectivamente na Itália e Brasil.

Atualmente a SETA possui uma capacidade instalada para produção de tanino de 30000 toneladas/ano nas Unidades de Estância Velha e Taquari e 3000 toneladas/ano para a produção de especialidades químicas para o couro. A Acquaquímica tem capacidade instalada para produção de 3600 toneladas/ano.

O compromisso da empresa é fomentar e contribuir ao desenvolvimento de atividade florestal dentro de preceitos ambientais, sociais e econômicos que venham garantir sustentabilidade às futuras gerações.

2.16.2 Atuação

O Grupo SETA, atualmente apresenta várias unidades de negócio. Dentre as Unidades de Negócio SETA tem-se:

a) Negócio Couro

O Negócio Couro do Grupo SETA atua no mercado de insumos para as indústrias do setor, tendo como principais clientes curtumes ou empresas beneficiadoras. Desta forma, atende também indiretamente ao ramo calçadista, moveleiro e automotivo, entre outros.

b) Negócio Florestal

O Negócio Florestal do Grupo SETA é responsável pela gestão dos recursos florestais destinados às linhas de produção das empresas do Grupo, tanto para o abastecimento de casca para a fabricação do tanino, quanto para o fornecimento de madeira. As florestas administradas pela Divisão Florestal, sejam estas

próprias ou terceirizadas, encontram-se geograficamente distribuídas no Estado do Rio Grande do Sul.

A Divisão de Negócios Florestais é composta por pesquisadores, engenheiros e técnicos da área, e tem papel decisivo no apoio e expansão da acacicultura, através do desenvolvimento e repasse de tecnologias aos milhares de produtores rurais que hoje estão inseridos neste negócio.

c) Negócio Aplicações Químicas

O Negócio Aplicações Químicas – Acquaquímica, fundada em 1999, busca a sinergia dos negócios do Grupo SETA, voltados ao fornecimento de produtos para outros segmentos industriais, tais como a produção de açúcar, álcool, petróleo e também o tratamento de águas de consumo ou residuais, entre outros. Além da fábrica localizada na município de Estância Velha no Estado do Rio Grande do Sul, a empresa possui filiais estrategicamente posicionadas nas cidades de Araraquara no Estado de São Paulo e em Maceió, capital do Estado de Alagoas.

d) Negócio Woodchips – Mita

Joint-venture entre os grupos Mitsubishi, do Japão, e Setapar, Brasil, a Mita é uma empresa independente, focada na produção de “woodchips” a partir da madeira extraída procedente da árvore acácia negra. Esta matéria-prima é utilizada na indústria mundial de celulose.

2.16.3 Parcerias

Desde 1995 está sendo desenvolvido o Sistema Silvipastoril: Desempenho animal, da pastagem e bosque de acácia negra, em Tupanciretã- RS.

O parceiro deste projeto, financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs), é a Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro).

A SETA S.A. tem firmado desde o dia 10 de outubro de 1996 um contrato de cooperação técnico-científico com a Fundação de Apoio à Tecnologia e Ciência

(Fatec), com sede em Santa Maria (RS), desenvolvendo desde então pesquisas sobre Ciclagem de Nutrientes em Ecossistemas Florestais através do Centro de Pesquisas Florestais (Cepef) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

No dia 20 de março de 2001, a SETA S.A. firmou um novo convênio com a Fatec. Desta vez, para desenvolver um projeto denominado Planejamento Estratégico de Pesquisas em acácia negra, com duração de dez (10) anos a partir daquela data. Este projeto, também vinculado ao Cepef, contempla oito (8) subprojetos de Ecologia e Silvicultura, além de dezesseis (16) subprojetos, fazendo parte de um Programa de Melhoramento Genético para a espécie acácia negra.

2.16.4 Certificações

O Grupo SETA S.A. está comprometido a longo prazo com os Princípios e Critérios do FSC, de maneira a garantir uma produção em regime sustentável, garantindo os recursos para as presentes e futuras gerações.

O Manejo Florestal aplicado pelo Grupo SETA foi avaliado pelo IMAFLORA – Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agricultura, através do Programa SmartWood, baseado nos Padrões Institucionais do FSC – *Forest Stewardship Council*, que significa Conselho de Manejo Florestal, para Bom Manejo Florestal, sendo recomendado a receber o Selo Verde do FSC.

Estes padrões garantem que o Manejo Florestal desenvolvido pela SETA S.A. está baseado em um conceito “*ambientalmente adequado, socialmente justo e economicamente viável*” comprovando que a atividade florestal pode não só gerar benefícios econômicos, como também benefícios ambientais e sociais, pelo investimento nas pessoas e no meio ambiente.

2.17 Comentários gerais do capítulo

Inicialmente, neste capítulo, foram desenvolvidos itens referentes a espécie em estudo, a *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra), para num segundo momento se fazer um breve histórico da Empresa SETA (Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda.), de maneira que estes itens fossem úteis para o desenvolvimento do trabalho.

No próximo capítulo, caracterizar-se-á a área de estudo bem como apresentar-se-á a metodologia aplicada ao conjunto de dados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Toda e qualquer pesquisa deve partir de um problema, delimitação de um tema, elaboração de hipóteses e variáveis, para então definir as estratégias metodológicas que têm como finalidade definir o processo de coleta e de análise do material coletado, Lima (2004, p. 19). Neste estudo, a metodologia utilizada durante a pesquisa quanto à abordagem, além dos tratamentos e das análises efetuadas, é o assunto abordado no referido capítulo.

Este capítulo apresenta uma descrição da área de estudo e os procedimentos e técnicas utilizados para a realização deste estudo, onde utilizou-se a técnica de experimentação, que permite fazer inferências sobre o comportamento de diferentes fenômenos da natureza com uma margem de erro pré-definida.

3.1 Estatística Experimental

3.1.1 Contextualização e terminologia

O homem vem desenvolvendo os seus conhecimentos formulando conceitos no que se refere aos mais variados assuntos, testando, experimentando, comparando através de processos, dos mais simples e inerentes aos mais desenvolvidos e complexos. E isso se tornou parte do nosso dia-a-dia. As teorias, mesmo provadas indutiva ou dedutivamente, passam inicialmente pela observação de um fato. A esse fato sucedem-se experimentos que comprovam ou não a veracidade do que foi observado. A curiosidade, o desejo de saber e conhecer levam a humanidade a desenvolver técnicas que a saciem nesse sentido e o processo de experimentação é uma dessas técnicas.

Esse processo, em muitos casos, é feito de tal maneira que os dados observados são gerados propositalmente e em condições pré-determinadas. Chamamo-los de dados experimentais.

A experimentação é aplicada às mais diferentes áreas do conhecimento científico e hoje está sistematizada em etapas (planejamento, execução, avaliação, análise e interpretação dos resultados). Essa formalização deve-se à Estatística e ao estatístico Ronald A. Fisher.

Alguns termos são amplamente utilizados na experimentação e serão definidos a seguir:

Unidade Experimental: é cada unidade usada no experimento. Devem ser semelhantes, isto é, responder ao tratamento da mesma forma. É de cada unidade experimental que serão obtidos os dados experimentais.

Tratamento: refere-se a cada uma das alternativas de um fator em estudo para resolver um dado problema. Serve para indicar o que está em comparação.

Variável: é o que está sendo observado, medido ou contado.

Repetição: são unidades experimentais do mesmo grupo. Do ponto de vista estatístico, quanto mais repetições um experimento tiver, mais confiável será o resultado, pois, apesar de as unidades serem semelhantes, elas e o próprio processo contêm efeitos de fatores não controlados. Esses efeitos, sempre presentes, não podem ser conhecidos individualmente e isolados, e podem alterar significativamente o resultado. E essa diferença seria alheia ao tratamento.

Casualização: é o sorteio dos tratamentos e das unidades experimentais. Isso garante que os grupos sejam iguais, isto é, a probabilidade de cada unidade experimental recair em um dos tratamentos é a mesma. Só dessa forma a diferença de dois grupos pode ser explicada pelo tratamento.

A casualização poderá ser feita de diversos modos: com o uso de tabelas de números aleatórios ou números gerados no computador; numerar as unidades, colocar em uma urna e sortear – a escolha fica a critério do experimentador.

3.1.2 Delineamentos Experimentais

Os delineamentos experimentais, ou forma de proceder ao sorteio dos tratamentos, subdividem-se em vários tipos; dentre eles:

3.1.2.1 Experimentos Inteiramente ao Acaso

São tratamentos que foram designados às unidades por processo aleatório, sem nenhuma restrição.

Os experimentos inteiramente ao acaso só podem ser conduzidos quando as unidades são similares, isto é, as unidades devem responder ao tratamento da mesma forma.

3.1.2.2 Experimentos Inteiramente ao Acaso com números diferentes de repetições

É o Experimento Inteiramente ao Acaso com diferente número de unidades para cada tratamento.

3.1.2.3 Experimentos em Blocos ao Acaso

Os experimentos em blocos ao acaso surgiram na área agrícola pois o campo era dividido em blocos e os blocos eram divididos em parcelas. Então o termo “bloco” designava uma faixa de terra de mesma fertilidade.

Hoje o termo “bloco” não representa apenas uma faixa de terra, mas também uma área de uma estufa, um período de tempo, uma ninhada, uma faixa de idade entre outros. O que se tem que ter em mente é que os blocos contenham unidades similares e que haja variabilidade entre os blocos. O controle local é representado pelos blocos, cada um dos quais inclui todos os tratamentos.

3.1.2.4 Experimentos em Blocos ao Acaso com repetições

O Experimento em Blocos ao Acaso com repetições é utilizado quando tivermos mais unidades experimentais em cada bloco do que tratamentos. Só é necessário que o número de unidades em cada bloco seja múltiplo do número de tratamentos para que seja feita a análise estatística.

3.1.3 Inferência e os testes estatísticos

Para entender inferência, é necessário antes definir:

População: conjunto de elementos sobre os quais se deseja informação.

Amostra: qualquer subconjunto retirado da população.

Os experimentos são feitos com amostras, mas o pesquisador não quer suas conclusões restritas à amostra e, sim, quer entender os resultados a toda a população.

Para obter essas informações e tirar conclusões sobre a população, é preciso um teste estatístico.

O teste estatístico dá ao pesquisador condições de fazer inferência. Com base nos resultados da amostra, ele conclui para a população com um certo nível de significância que é a idéia de que é muito provável que um resultado, similar ao que foi obtido na amostra, teria sido obtido em toda a população, se essa tivesse sido estudada.

Como o teste estatístico é aplicado a uma amostra, e não a toda a população, ele está associado a um erro. A probabilidade desse fato é chamada de nível de significância.

3.1.4 Análise de Variância - ANOVA

Análise de variância consiste em comparar a variância devida aos tratamentos com a variação devida ao acaso (Souza et al., 2002, 19).

O objetivo da análise de variância é analisar as diferenças entre as médias aritméticas dos grupos, a partir de uma análise na variação dos dados entre os grupos. Toma-se a variação total e ela é subdividida em variação entre os grupos e variação dentro do grupo, a qual se considera como um erro experimental, mas, se a variação ocorrer entre os grupos, ela é atribuída ao efeito do tratamento.

A ANOVA é uma generalização do teste para a diferença entre duas médias (teste “t” de Student), para o caso de se comparar simultaneamente K médias para $K > 2$.

A análise de variância é um método poderoso para identificar diferenças entre as médias populacionais, devido a várias causas atuando simultaneamente sobre os elementos da população, partindo do pressuposto de duas hipóteses:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_n$$

H_1 : existe pelo menos uma média diferente das demais.

Embora o principal interesse esteja em comparar as médias aritméticas de grupos, ou níveis de um fator, para determinar se existe um efeito de tratamento entre grupos, o procedimento ANOVA deve seu nome ao fato de que o mesmo é alcançado por meio da análise das variâncias.

Uma análise de variância permite que vários grupos sejam comparados a um só tempo, utilizando-se variáveis contínuas. O teste é paramétrico, isto é, a variável de interesse deve ter distribuição normal e os grupos devem ser independentes. Daí enumeram-se as hipóteses básicas à aplicação da ANOVA:

- as K populações tenham a mesma variância – condição de homocedasticidade;
- os erros sejam variáveis aleatórias com distribuição normal de média zero;
- cada amostra seja independente e ao acaso.

3.1.4.1 Os pressupostos da ANOVA

3.1.4.1.1 O teste da normalidade

Na prática é sempre bom verificar se os dados atendem às pressuposições da ANOVA. Então, terminada a análise de variância, os dados ainda contêm informação relevante.

Se a aparência da distribuição dos resíduos fosse muito diferente da aparência da distribuição normal, seria preciso procurar uma explicação para isso. Por exemplo, às vezes, aparecem alguns resíduos muito grandes, que indicam valores

discrepantes (outliers). Nesses casos, é preciso verificar se esses valores não estão, de alguma forma, errados. Devemos buscar a causa da discrepância.

Se existirem vários resíduos muito grandes, convém verificar se eles não estão associados a um tratamento. Se isso ocorrer, ou os dados estão errados ou a variância desse tratamento é maior que a dos demais.

A análise de resíduos é extremamente útil, mas é gráfica. Isso significa que não se pode associar um nível de probabilidade à conclusão de que a distribuição dos erros não é normal. Mas a pressuposição de normalidade pode ser transformada em hipótese e pode ser colocada em teste.

Existem testes estatísticos para, em determinado nível de significância, testar a hipótese de normalidade. Os testes mais conhecidos para testar a normalidade dos dados são o teste de χ^2 , o teste de Komolgorov-Smirnov e o teste de Shapiro-Wilks.

3.1.4.1.2 Homocedasticidade

Para fazer uma análise de variância, é preciso pressupor que os erros são variáveis aleatórias com variância constante, ou seja, no modelo que estivermos considerando, é preciso pressupor que as variâncias de tratamentos são iguais ou que existe homocedasticidade.

Quando se comparam tratamentos similares, é bastante razoável simplesmente pressupor que as variâncias dos tratamentos são iguais. De qualquer forma, se os tratamentos têm o mesmo número de repetições, as transgressões dessa pressuposição têm pouca ou nenhuma importância prática. Aliás, o uso de número igual de repetições é a melhor proteção contra os efeitos da heterocedasticidade.

É possível testar a homogeneidade das variâncias. Os testes mais conhecidos são o teste de Cochran, o teste de Hartley e o teste de Bartlett.

3.1.4.1.3 A questão da Independência

Para fazer uma análise de variância, é preciso pressupor que os erros são variáveis aleatórias independentes, isto é, se os dados foram coletados de parce-

las, cobaias, etc., diferentes. Nesse caso é razoável admitir que tais dados são independentes.

A análise de variância feita com repetições falsas tem correlação serial e subestimam a variabilidade dentro dos tratamentos. Por isso, aumentam a probabilidade de erro.

3.1.5 ANOVA aplicada a Blocos ao Acaso com repetição

Para fazer a análise de variância de um experimento em blocos ao acaso com k tratamentos, “ r ” blocos e “ m ” repetições de cada tratamento dentro de cada bloco, é preciso determinar:

1º) Os graus de liberdade:

dos tratamentos : $k - 1$

dos blocos : $r - 1$

do total : $n - 1$

dos resíduos (erros) : $(n - 1) - (k - 1) - (r - 1) = n - k - r + 1$

onde $n = k \cdot r \cdot m$

2º) O valor C , que é dado pelo total geral elevado ao quadrado e dividido pelo número de observações:

$$C = \frac{(\sum y)^2}{n} \quad (3.1)$$

3º) A soma de quadrados total:

$$SQT = \sum y^2 - C \quad (3.2)$$

4º) A soma de quadrados dos tratamentos:

$$SQT_r = \frac{\sum T^2}{rm} - C \quad (3.3)$$

5º) A soma de quadrados dos blocos:

$$SQB = \frac{\sum B^2}{km}. \quad (3.4)$$

6º) A soma de quadrados dos resíduos:

$$SQR = SQT - SQTr - SQB. \quad (3.5)$$

7º) O quadrado médio dos tratamentos:

$$QMT_r = \frac{SQTr}{k-1}. \quad (3.6)$$

8º) O quadrado médio dos blocos:

$$QMB = \frac{SQB}{r-1}. \quad (3.7)$$

9º) O quadrado médio dos resíduos:

$$QMR = \frac{SQR}{n-k-r+1}. \quad (3.8)$$

10º) O valor de F_{CTr} (calculado) para os tratamentos:

$$F_{CTr} = \frac{QMT_r}{QMR}. \quad (3.9)$$

11º) O valor de F_{CB} (calculado) para os blocos:

$$F_{CB} = \frac{QMB}{QMR}. \quad (3.10)$$

Na Tabela 3, nota-se que a soma de quadrados total (SQT), que dá a variabilidade dos dados em torno da média geral, foi dividida em três componentes: SQTr, que é a variabilidade devida aos tratamentos, SQB, que é a variabilidade devida à heterogeneidade do material, e SQR, que é a variabilidade própria do fenômeno em estudo. O teste F mede a grandeza da variabilidade dos tratamentos

(descontada a variabilidade devida à heterogeneidade da matéria), em relação à grandeza da variabilidade do fenômeno.

Tabela 3 – Análise de variância de um experimento em blocos ao acaso com repetições.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	k - 1	SQTr	QMTr	F _{CTr}
Blocos	r - 1	SQB	QMB	F _{CB}
Resíduos	n - k - r + 1	SQR	QMR	
Total	n - 1	SQT		

GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = teste F.

3.1.6 Comparação de Médias

Aplica-se a análise de variância para determinar se um grupo é estatisticamente diferente do outro. Para isso, utilizam-se teste para avaliar a diferença mínima significativa (d.m.s.) entre as médias dos tratamentos e dos blocos.

Os testes usados para se encontrar a d.m.s. são: teste “t” de Student, teste de Tukey, teste de Dunnett, teste de Duncan e teste de Scheffé.

1º) Teste “t” de Student

Encontra-se:

$$dms = t_{\delta, \alpha} \sqrt{\frac{2 \cdot QMR}{r}}, \quad (3.11)$$

em que:

$t_{\delta, \alpha}$ é valor de estatística t tabelada;

δ são os graus de liberdade do resíduo;

α é nível de significância;

QMR é o quadrado médio dos resíduos;

r é o número de repetições de cada tratamento.

Sempre que o valor absoluto da diferença entre duas médias é igual ou maior do que o valor da d.m.s. dizemos que as médias são estatisticamente diferentes, isto é, $\left| \bar{x}_i - \bar{x}_j \right| \geq dms$ para $i \neq j$.

2º) Teste de Tukey

É um teste rigoroso. Tem-se sempre a probabilidade de 95% de não apontar, como significativa, uma diferença realmente nula entre as médias.

O teste de Tukey é usado na análise de variância, para comparar todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos. É o teste de comparação de médias mais usado em experimentação, por ser bastante rigoroso e de fácil aplicação. É mais exato quando os números de repetições das médias dos tratamentos forem iguais.

Encontra-se:

$$dms = q_{\alpha;(\delta,k)} \sqrt{\frac{QMR}{r}}, \quad (3.12)$$

em que:

q é o valor tabelado, levando-se em consideração os graus de liberdade do resíduo (δ), o número de tratamentos (k) e o nível de significância (α);

QMR é o quadrado médio dos resíduos;

r é o número de repetições de cada tratamento.

3º) Teste de Dunnett

Esse teste é aplicado quando se desejam comparar as médias dos tratamentos apenas com a média controle.

Encontra-se:

$$dms = d_{\alpha;(\delta,T)} \sqrt{\frac{2.QMR}{r}}, \quad (3.13)$$

em que:

d é o valor tabelado ao nível de significância estabelecido (α), grau de liberdade do resíduo (δ) e o número de grupos trata;

QMR é o quadrado médio dos resíduos;

r é o número de repetições de cada tratamento.

4º) Teste de Duncan

É menos rigoroso que o teste de Tukey, fornece diferenças significativas com mais facilidade.

O teste de Duncan é usado na análise de variância, para comparar todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos. Esse teste detecta diferença quando o teste de Tukey não o faz.

Para obter-se a d.m.s. aplica-se a fórmula:

$$dms = z \sqrt{\frac{QMR}{r}}, \quad (3.14)$$

em que:

z é um valor dado em tabela ao nível de significância estabelecido e para o número de médias abrangidas pelo intervalo delimitado pelas médias em comparação;

QMR é o quadrado médio dos resíduos;

r é o número de repetições de cada tratamento.

As médias serão estatisticamente diferentes sempre que o valor absoluto da diferença entre as duas médias é igual ou maior que o valor da d.m.s., ou seja, se a diferença absoluta entre os tratamentos tomados aos pares é maior que a d.m.s., rejeita-se H_0 na comparação pareada, caso contrário, aceita-se H_0 .

5º) Teste de Scheffé

É mais rigoroso que os demais testes. É desaconselhável para comparação de duas médias, mas é recomendável para contrastes mais complicados.

O teste de Scheffé é usado na análise de variância, numa forma mais abrangente que os testes de Duncan e de Tukey, pois permite julgar qualquer contraste.

3.2 Localização da área de estudo

Os dados para o estudo foram coletados em pesquisa que está sendo desenvolvida conjuntamente entre a Empresa SETA (Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda.) e o Centro de Pesquisas Florestais (Cepef) da Universidade Federal de Santa Maria (Santa Maria – RS), no distrito de Capão Comprido pertencente ao município de Butiá – RS, em área da Empresa. O município de Butiá faz parte da região fisionômica natural do Estado do Rio Grande do Sul, denominada Serra do Sudeste (Escudo Rio-Grandense), de natureza geológica granítica.

A área de estudo localiza-se a $30^{\circ} 12' 50,9''$ de latitude Sul e $56^{\circ} 56' 21,0''$ de longitude Oeste do Meridiano de Greenwich.

A altitude desta região situa-se em torno de 35 metros do nível do mar.

3.3 Características climáticas

O tipo de clima dominante da região é o “Cfa”, mesotérmico subtropical, segundo a classificação climática de Köppen (Moreno, 1961), significando:

C : Inverno frio com temperaturas médias do mês mais frio em torno de 8°C , com geadas freqüentes de maio a setembro.

f : Nenhuma estação seca, úmido todo o ano, com chuvas bem distribuídas todo ano.

a : Verão quente, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C .

A temperatura média do mês de janeiro é de 24°C , temperatura média do mês de julho é de 13°C e a temperatura média anual fica na faixa de $18-19^{\circ}\text{C}$, com temperatura média máxima no ano de 24°C e mínima de 14°C .

A precipitação pluvial no mês de janeiro, julho e a anual são de 120-140 mm, 120 mm e 1400 mm, respectivamente.

3.4 Características do solo

De acordo com Streck et al. (2002) o solo da área em estudo é Argissolo Vermelho distrófico típico, textura franco argilosa, e relevo ondulado. Na Tabela 4, são apresentadas algumas características do solo da área experimental.

Tabela 4 – Valores médios das características do solo na área experimental.

Características do solo	Teor médio
Argila (g kg ⁻¹)	306,0
pH (H ₂ O)	3,9
Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)	19,0
Carbono orgânico (g kg ⁻¹)	11,6
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	1,2
Relação C/N	9,6
Fósforo disponível* (mg kg ⁻¹)	4,3
Potássio disponível* (mg kg ⁻¹)	63,7
Cálcio trocável (cmol _c l ⁻¹)	0,4
Magnésio trocável (cmol _c l ⁻¹)	0,1
Alumínio trocável (cmol _c l ⁻¹)	2,1
Saturação por Alumínio (m%)	72,3
Saturação por bases (V%)	9,5

* Extrator Mehlich I.

3.5 Espécie estudada

A espécie utilizada no presente estudo é a *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra), amplamente cultivada em toda a Região Sul do País, tendo em vista que a mesma é uma espécie arbórea muito utilizada em reflorestamentos no Rio Grande do Sul, devido à sua grande importância ecológico-econômica, pela fixação de Nitrogênio (N₂) no solo, de tanino, de lenha e outros subprodutos.

3.6 Área experimental

Na Figura 7, é possível visualizar um croqui da área experimental, onde se observa a disposição dos experimentos no campo.

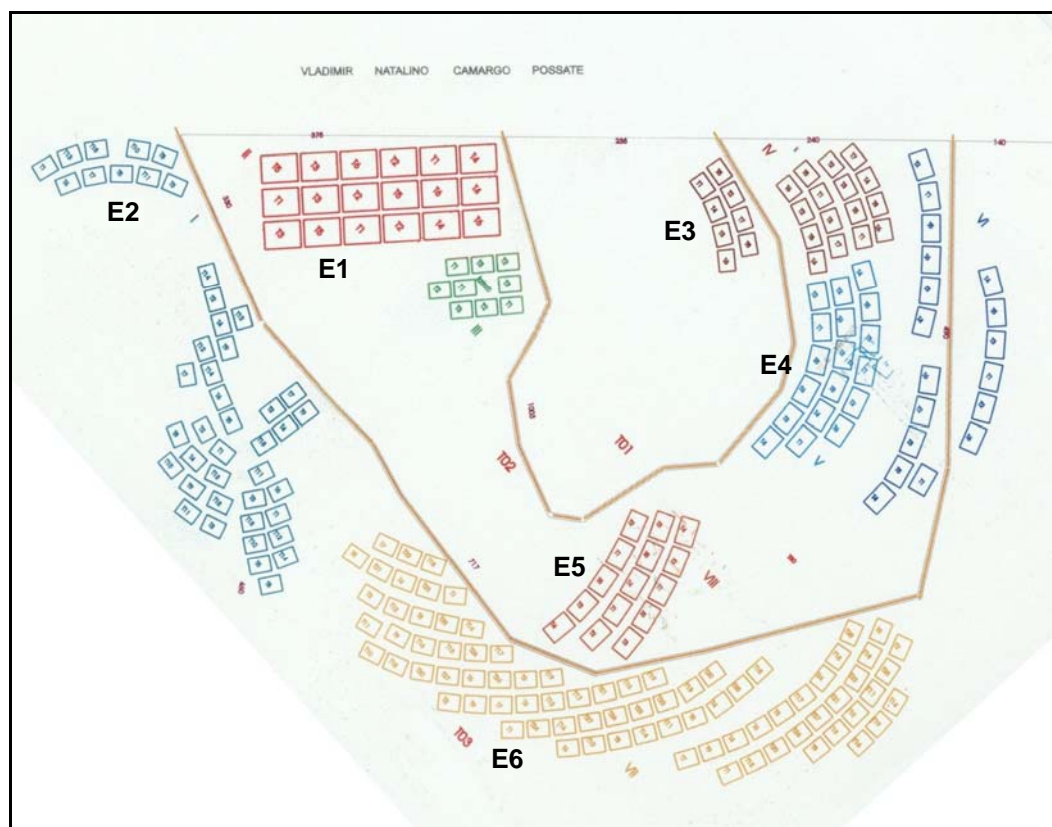


Figura 7 - Disposição geral dos experimentos.

Legenda:

- E1 – Plantio com mudas em diferentes níveis de preparo de solo.
- E2 – Diferentes tipos de substratos e embalagens.
- E3 – Utilização de cinza de caldeira de biomassa como fonte de nutrientes.
- E4 – Mato-competição com sementes.
- E5 – Diferentes espaçamentos.**
- E6 – Adubação com NPK.

3.7 Amostragem e coleta de dados

Para o estudo da produtividade da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) em função de diferentes espaçamentos, foi analisado inicialmente um conjunto de 1160 (hum mil cento e sessenta) árvores, distribuídas em cinco (5) tratamentos e três (3) repetições.

Para cada árvore considerada útil nas unidades amostrais, foi medida, anualmente, a altura total (h) com a utilização de hipsômetro de Blume-Leiss, o diâmetro à altura do peito (DAP) com auxílio de Suta, a percentagem de sobrevivência e a percentagem de gomose.

A Tabela 5 apresenta o número de árvores medidas em cada um dos cinco tratamentos e em suas respectivas repetições.

Tabela 5 – Árvores medidas nos tratamentos e repetições no período de 2002 a 2004.

Tratamento/Repetição	Anos		
	2002	2003	2004
Tratamento 1/Repetição 1	109	56	37
Tratamento 1/Repetição 2	98	51	30
Tratamento 1/Repetição 3	109	59	37
Tratamento 2/Repetição 1	97	47	24
Tratamento 2/Repetição 2	86	44	31
Tratamento 2/Repetição 3	90	50	30
Tratamento 3/Repetição 1	82	41	26
Tratamento 3/Repetição 2	84	35	27
Tratamento 3/Repetição 3	86	43	27
Tratamento 4/Repetição 1	63	30	21
Tratamento 4/Repetição 2	52	25	17
Tratamento 4/Repetição 3	60	25	17
Tratamento 5/Repetição 1	47	21	14
Tratamento 5/Repetição 2	49	25	15
Tratamento 5/Repetição 3	48	19	13
Total	1160	571	366

3.8 Aplicação da metodologia

O experimento foi instalado em blocos casualizados, com cinco (5) tratamentos (Tabela 6), e três (3) repetições e parcelas com superfície de, aproximadamente, 630 m², com pequenas variações em consequência das dimensões dos espaçamentos.

Para o plantio, foram utilizadas mudas produzidas em recipiente de laminaado com 7 cm de altura selecionadas, de acordo com o padrão de qualidade exigido pela empresa.

O preparo de solo constituiu-se de controle químico das ervas daninhas com Roundup na linha de plantio e subsolagem com uma haste até 45 cm de profundidade.

Tabela 6 – Tratamentos avaliados no experimento de espaçamento.

Tratamento	Espaçamento
T1	3,0 m x 1,00 m
T2	3,0 m x 1,33 m
T3	3,0 m x 1,50 m
T4	3,0 m x 2,00 m
T5	3,0 m x 2,50 m

Cada uma das unidades amostrais foi devidamente identificada através de uma chapa metálica e possui uma área de 21 m x 30 m para os tratamentos T1, T3, T4 e T5 e uma área de 21 m x 29,26 m para o tratamento T2. O número de plantas por parcela, varia de acordo com o espaçamento, incluindo a bordadura dupla.

A Tabela 7 apresenta o número de árvores úteis em cada tratamento.

Tabela 7 – Árvores úteis para cada tratamento.

Espaçamento (m)	Número de Árv./ha	Área útil da parcela (m ²)	Árvores úteis
3,0 x 1,00	3.333	208,0	69
3,0 x 1,33	2.506	197,4	49
3,0 x 1,50	2.222	192,0	42
3,0 x 2,00	1.666	176,0	29
3,0 x 2,50	1.333	160,0	21

Para a realização do trabalho foi usado o Programa SAS (1999-2001) – Statistical Analysis System Release 8.2, que permite obter estatísticas descritivas e elementares e testes estatísticos para avaliar o experimento proposto, bem como foi utilizado as Planilhas Eletrônicas do Excel e do Statistica.

Para a análise dos dados utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA) e os testes de igualdade de médias entre os tratamentos através do teste d.m.s. de Duncan.

3.9 Estudo da produtividade

A produtividade da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) em função de diferentes espaçamentos foi estudada separadamente. Num primeiro momento analisou-se individualmente cada um dos cinco tratamentos e suas respectivas repetições. Já num segundo momento, analisou-se os tratamentos de uma forma conjunta, independentemente das repetições. Ambas as análises foram realizadas no período de 2002 a 2004.

Para tanto foram utilizados os dados provenientes da amostragem, apresentados nos Anexos A a O.

A partir dos dados de diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total (h) foram determinados os volumes de cada árvore individualmente.

3.10 Comentários gerais do capítulo

Neste capítulo, desenvolveram-se as técnicas de análise estatística, que serão as ferramentas utilizadas para analisar a influência do espaçamento na produtividade da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra).

No próximo capítulo, desenvolver-se-á uma análise e discussão dos resultados obtidos na pesquisa.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, apresentam-se as informações coletadas durante a elaboração deste estudo, bem como suas análises e interpretações. Confrontam-se os resultados obtidos através das análises realizadas com a pesquisa, e relaciona-se com a fundamentação teórica.

4.1 Produtividade

Para o estudo da produtividade da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) em função de diferentes espaçamentos foi utilizado um conjunto inicial de hum mil cento e sessenta árvores, distribuídas em cinco tratamentos e três repetições, as quais foram inicialmente analisadas individualmente em cada um dos tratamentos e em suas respectivas repetições e posteriormente foram analisadas nos tratamentos de uma forma conjunta, independentemente das repetições.

4.2 Análise individual dos tratamentos

A Tabela 8 nos apresenta as estatísticas dos tratamentos analisados e suas respectivas repetições no período de 2002 a 2004.

Tabela 8 – Estatísticas dos tratamentos e repetições no período de 2002 a 2004.

Tratamentos/ Repetições	Estatísticas	Anos		
		2002	2003	2004
Tratamento 1 Repetição 1	Quantidade	109	56	37
	Média	0,008245	0,024382	0,054882
	Variância	0,000020	0,000126	0,000897
	Desvio-Padrão	0,004467	0,011247	0,029956

Tabela 8 – Estatísticas dos tratamentos e repetições no período de 2002 a 2004.
Continuação ...

Tratamentos/ Repetições	Estatísticas	Anos		
		2002	2003	2004
Tratamento 1 Repetição 2	Quantidade	98	51	30
	Média	0,009147	0,023558	0,054302
	Variância	0,000019	0,000091	0,000679
	Desvio-Padrão	0,004394	0,009525	0,026055
Tratamento 1 Repetição 3	Quantidade	109	59	37
	Média	0,008190	0,022559	0,049157
	Variância	0,000022	0,000122	0,000474
	Desvio-Padrão	0,004703	0,011038	0,021772
Tratamento 2 Repetição 1	Quantidade	97	47	24
	Média	0,007401	0,022219	0,053039
	Variância	0,000018	0,000172	0,001072
	Desvio-Padrão	0,004232	0,013117	0,032743
Tratamento 2 Repetição 2	Quantidade	86	44	31
	Média	0,006706	0,020731	0,056738
	Variância	0,000018	0,000133	0,000771
	Desvio-Padrão	0,004270	0,011531	0,027765
Tratamento 2 Repetição 3	Quantidade	90	50	30
	Média	0,008422	0,025668	0,055442
	Variância	0,000022	0,000152	0,000831
	Desvio-Padrão	0,004675	0,012333	0,028824
Tratamento 3 Repetição 1	Quantidade	82	41	26
	Média	0,007922	0,025681	0,063378
	Variância	0,000022	0,000143	0,000467
	Desvio-Padrão	0,004721	0,011943	0,021609

Tabela 8 – Estatísticas dos tratamentos e repetições no período de 2002 a 2004.
Continuação ...

Tratamentos/ Repetições	Estatísticas	Anos		
		2002	2003	2004
Tratamento 3 Repetição 2	Quantidade	84	35	27
	Média	0,007853	0,024033	0,047550
	Variância	0,000015	0,000211	0,000800
	Desvio-Padrão	0,003927	0,014530	0,028287
Tratamento 3 Repetição 3	Quantidade	86	43	27
	Média	0,008231	0,023657	0,047457
	Variância	0,000020	0,000145	0,000794
	Desvio-Padrão	0,004447	0,012040	0,028174
Tratamento 4 Repetição 1	Quantidade	63	30	21
	Média	0,006123	0,024302	0,062373
	Variância	0,000016	0,000129	0,000845
	Desvio-Padrão	0,003971	0,011345	0,029069
Tratamento 4 Repetição 2	Quantidade	52	25	17
	Média	0,007425	0,027472	0,072408
	Variância	0,000016	0,000105	0,000545
	Desvio-Padrão	0,004010	0,010253	0,023356
Tratamento 4 Repetição 3	Quantidade	60	25	17
	Média	0,005603	0,015056	0,054536
	Variância	0,000016	0,000104	0,001029
	Desvio-Padrão	0,003973	0,010184	0,032074
Tratamento 5 Repetição 1	Quantidade	47	21	14
	Média	0,007187	0,027560	0,074973
	Variância	0,000015	0,000197	0,002274
	Desvio-Padrão	0,003851	0,014052	0,047687

Tabela 8 – Estatísticas dos tratamentos e repetições no período de 2002 a 2004.
Continuação ...

Tratamentos/ Repetições	Estatísticas	Anos		
		2002	2003	2004
Tratamento 5 Repetição 2	Quantidade	49	25	15
	Média	0,005982	0,021515	0,067384
	Variância	0,000012	0,000115	0,000721
	Desvio-Padrão	0,003386	0,010742	0,026858
Tratamento 5 Repetição 3	Quantidade	48	19	13
	Média	0,007340	0,028726	0,087839
	Variância	0,000025	0,000242	0,000976
	Desvio-Padrão	0,005021	0,015556	0,031237

A partir das estatísticas apresentadas na Tabela 8, procedeu-se a análise dos dados, a qual foi realizada através da Análise de Variância (ANOVA).

Posteriormente realizou-se os testes de igualdade de médias entre os anos, para cada um dos tratamentos analisados, através do teste d.m.s. de Duncan.

Seguem abaixo as tabelas da análise de variância e as de comparação entre as médias, utilizando o teste “t”, referente aos tratamentos analisados.

Os resultados obtidos pela Análise de Variância referente ao Tratamento 1 estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Análise de variância do Tratamento 1.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	p-valor
Ano	2	0,15461611	0,07730805	474,91	<0,0001
Resíduo	583	0,09490426	0,00016279	----	----
Total	585	0,24952037	----	----	----

$R^2 = 0,619653$; $CV = 61,97414\%$.

Observa-se na Tabela 9 que no Tratamento 1 existe diferença significativa entre os anos ($p < 0,05$).

Diante do observado na Tabela 9, faz-se necessária a aplicação de um teste para comparação das médias (d.m.s.), para verificar quais anos diferem entre si.

Para melhor visualizar a análise comparativa das médias dos anos, essas foram colocadas em ordem decrescente, sendo que às médias estatisticamente iguais são atribuídas letras iguais e à médias estatisticamente diferentes, letras diferentes.

A Tabela 10 nos apresenta a comparação das médias para o Tratamento 1 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan.

Tabela 10 – Comparação das médias para o Tratamento 1 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan.

Ano	Quantidade	Média volumétrica	Teste Duncan*
2004	104	0,052678	A
2003	166	0,023481	B
2002	316	0,008506	C

* Letras iguais, as médias não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$).

Pela análise geral da Tabela 10, pode-se verificar que, sabendo-se que letras iguais representam anos iguais no que se refere à média para o Tratamento 1 no período de 2002 a 2004, as médias dos três anos analisados diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Os resultados obtidos pela Análise de Variância referente ao Tratamento 2 estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Análise de variância do Tratamento 2.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	p-valor
Ano	2	0,14863106	0,07431553	368,82	<0,0001
Resíduo	496	0,09994275	0,00020150	----	----
Total	498	0,24857381	----	----	----

$R^2 = 0,597935$; $CV = 79,04252\%$.

Observa-se na Tabela 11 que no Tratamento 2 existe diferença significativa entre os anos ($p < 0,05$).

Diante do observado na Tabela 9, faz-se necessária a aplicação de um teste para comparação das médias (d.m.s.), para verificar quais anos diferem entre si.

Para melhor visualizar a análise comparativa das médias dos anos, essas foram colocadas em ordem decrescente, sendo que às médias estatisticamente iguais são atribuídas letras iguais e à médias estatisticamente diferentes, letras diferentes.

A Tabela 12 nos apresenta a comparação das médias para o Tratamento 2 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan.

Tabela 12 – Comparação das médias para o Tratamento 2 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan.

Ano	Quantidade	Média volumétrica	Teste Duncan*
2004	85	0,055242	A
2003	141	0,022978	B
2002	273	0,007519	C

* Letras iguais, as médias não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$).

Pela análise geral da Tabela 12, pode-se verificar que, sabendo-se que letras iguais representam anos iguais no que se refere à média para o Tratamento 2 no período de 2002 a 2004, as médias dos três anos analisados diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Os resultados obtidos pela Análise de Variância referente ao Tratamento 3 estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Análise de variância do Tratamento 3.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	p-valor
Ano	2	0,12394969	0,06197485	341,18	<0,0001
Resíduo	448	0,08137867	0,00018165	----	----
Total	450	0,20532836	----	----	----

$R^2 = 0,603666$; $CV = 66,49381\%$.

Observa-se na Tabela 13 que no Tratamento 3 existe diferença significativa entre os anos ($p < 0,05$).

Diante do observado na Tabela 13, faz-se necessária a aplicação de um teste para comparação das médias (d.m.s.), para verificar quais anos diferem entre si.

Para melhor visualizar a análise comparativa das médias dos anos, essas foram colocadas em ordem decrescente, sendo que às médias estatisticamente iguais são atribuídas letras iguais e à médias estatisticamente diferentes, letras diferentes.

A Tabela 14 nos apresenta a comparação das médias para o Tratamento 3 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan.

Tabela 14 – Comparação das médias para o Tratamento 3 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan.

Ano	Quantidade	Média volumétrica	Teste Duncan*
2004	80	0,052663	A
2003	119	0,024465	B
2002	252	0,008004	C

* Letras iguais, as médias não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$).

Pela análise geral da Tabela 14, pode-se verificar que, sabendo-se que letras iguais representam anos iguais no que se refere à média para o Tratamento 3 no período de 2002 a 2004, as médias dos três anos analisados diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Os resultados obtidos pela Análise de Variância referente ao Tratamento 4 estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Análise de variância do Tratamento 4.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	p-valor
Ano	2	0,13500675	0,06750338	354,31	<0,0001
Resíduo	307	0,05848972	0,00019052	----	----
Total	309	0,19349647	----	----	----

$R^2 = 0,697722$; $CV = 67,19188\%$.

Observa-se na Tabela 15 que no Tratamento 4 existe diferença significativa entre os anos ($p < 0,05$).

Diante do observado na Tabela 15, faz-se necessária a aplicação de um teste para comparação das médias (d.m.s.), para verificar quais anos diferem entre si.

Para melhor visualizar a análise comparativa das médias dos anos, essas foram colocadas em ordem decrescente, sendo que às médias estatisticamente iguais são atribuídas letras iguais e à médias estatisticamente diferentes, letras diferentes.

A Tabela 16 nos apresenta a comparação das médias para o Tratamento 4 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan.

Tabela 16 – Comparação das médias para o Tratamento 4 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan.

Ano	Quantidade	Média volumétrica	Teste Duncan*
2004	55	0,063052	A
2003	80	0,022403	B
2002	175	0,006332	C

* Letras iguais, as médias não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$).

Pela análise geral da Tabela 16, pode-se verificar que, sabendo-se que letras iguais representam anos iguais no que se refere à média para o Tratamento 4 no período de 2002 a 2004, as médias dos três anos analisados diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Os resultados obtidos pela Análise de Variância referente ao Tratamento 5 estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 – Análise de variância do Tratamento 5.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	p-valor
Ano	2	0,15714007	0,07857004	284,26	<0,0001
Resíduo	248	0,06854716	0,00027640	----	----
Total	250	0,22568723	----	----	----

$R^2 = 0,696274$; $CV = 71,35714\%$.

Observa-se na Tabela 17 que no Tratamento 5 existe diferença significativa entre os anos ($p < 0,05$).

Diante do observado na Tabela 17, faz-se necessária a aplicação de um teste para comparação das médias (d.m.s.), para verificar quais anos diferem entre si.

Para melhor visualizar a análise comparativa das médias dos anos, essas foram colocadas em ordem decrescente, sendo que às médias estatisticamente i-

guais são atribuídas letras iguais e à médias estatisticamente diferentes, letras diferentes.

A Tabela 18 nos apresenta a comparação das médias para o Tratamento 5 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan.

Tabela 18 – Comparação das médias para o Tratamento 5 no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan.

Ano	Quantidade	Média volumétrica	Teste Duncan*
2004	42	0,076245	A
2003	65	0,025576	B
2002	144	0,006828	C

* Letras iguais, as médias não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$).

Pela análise geral da Tabela 18, pode-se verificar que, sabendo-se que letras iguais representam anos iguais no que se refere à média para o Tratamento 5 no período de 2002 a 2004, as médias dos três anos analisados diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Fazendo uma análise dos resultados obtidos no teste d.m.s., apresentados nas Tabelas 10, 12, 14, 16 e 18, referentes aos cinco tratamentos analisados no período de 2002 a 2004, observou-se que as médias volumétricas dos três anos diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%, sendo que o ano de 2004 em todos os tratamentos apresentou a maior média volumétrica.

4.3 Análise conjunta dos tratamentos

As estatísticas utilizadas dos tratamentos analisados no período de 2002 a 2004 para o estudo da produtividade da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) em função de diferentes espaçamentos são apresentados nas Tabelas 19 e 20.

A Tabela 19 nos apresenta as estatísticas gerais dos cinco tratamentos analisados durante o período de 2002 a 2004.

Tabela 19 – Estatísticas gerais dos tratamentos no período de 2002 a 2004.

Tratamentos	Estatísticas	Valores
Tratamento 1	Quantidade	586
	Média	0,020587
	Variância	0,000426
	Desvio-Padrão	0,020653
Tratamento 2	Quantidade	499
	Média	0,017959
	Variância	0,000499
	Desvio-Padrão	0,022342
Tratamento 3	Quantidade	451
	Média	0,020269
	Variância	0,000456
	Desvio-Padrão	0,021361
Tratamento 4	Quantidade	310
	Média	0,020543
	Variância	0,000626
	Desvio-Padrão	0,025024
Tratamento 5	Quantidade	251
	Média	0,023299
	Variância	0,000903
	Desvio-Padrão	0,030046

A partir dos dados apresentados na Tabela 19, analisou-se cada um dos tratamentos individualmente, de uma maneira mais detalhada, no período de 2002 a 2004, determinando-se as suas respectivas estatísticas, as quais estão apresentadas na Tabela 20 a seguir.

Tabela 20 – Estatísticas individuais dos tratamentos no período de 2002 a 2004.

Tratamentos	Estatísticas	2002	2003	2004
Tratamento 1	Quantidade	316	166	104
	Média	0,008506	0,023481	0,052678
	Variância	0,000021	0,000113	0,000677
	Desvio-Padrão	0,004534	0,010633	0,026027
Tratamento 2	Quantidade	273	141	85
	Média	0,007519	0,022978	0,055242
	Variância	0,000020	0,000155	0,000858
	Desvio-Padrão	0,004433	0,012449	0,029290
Tratamento 3	Quantidade	252	119	80
	Média	0,008004	0,024465	0,052663
	Variância	0,000019	0,000162	0,000728
	Desvio-Padrão	0,004361	0,012712	0,026987
Tratamento 4	Quantidade	175	80	55
	Média	0,006332	0,022403	0,063052
	Variância	0,000016	0,000137	0,000830
	Desvio-Padrão	0,004030	0,011716	0,028809
Tratamento 5	Quantidade	144	65	42
	Média	0,006828	0,025576	0,076245
	Variância	0,000017	0,000184	0,001325
	Desvio-Padrão	0,004157	0,013554	0,036398

A partir das estatísticas apresentadas nas Tabelas 19 e 20, procedeu-se a análise dos dados, a qual foi realizada através da Análise de Variância (ANOVA).

Posteriormente realizou-se os testes de igualdade de médias entre os anos, para cada um dos tratamentos analisados, através do teste d.m.s. de Duncan.

Seguem abaixo as tabelas da análise de variância e as de comparação entre as médias, utilizando o teste “t”, referente aos tratamentos analisados.

Os resultados obtidos pela Análise de Variância referente a interação entre tratamentos e anos estão apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 – Análise de variância da interação tratamento e ano.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Teste F	p-valor
Tratamento	4	0,00504297	0,00126074	6,16	<0,0001
Ano	2	0,69502103	0,34751051	1698,60	<0,0001
Resíduo	2090	0,42758522	0,00020459	----	----
Total	2096	1,12764921	----	----	----

$R^2 = 0,619653$; $CV = 61,97414\%$.

Observa-se na Tabela 21 que existe diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$) bem como existe diferença significativa entre os anos ($p < 0,05$).

Diante do observado na Tabela 21, inicialmente faz-se necessária a aplicação de um teste para comparação das médias (d.m.s.), para verificar quais tratamentos diferem entre si, e posteriormente a aplicação de um teste para comparação das médias (d.m.s.), para verificar quais anos diferem entre si.

Para melhor visualizar a análise comparativa das médias dos tratamentos, essas foram colocadas em ordem decrescente, sendo que às médias estatisticamente iguais são atribuídas letras iguais e à médias estatisticamente diferentes, letras diferentes.

A Tabela 22 nos apresenta a comparação das médias entre os tratamentos no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan.

Tabela 22 – Comparação das médias entre os tratamentos pelo Teste de Duncan.

Tratamento	Quantidade	Média volumétrica	Teste Duncan*
5	251	0,023299	A
1	586	0,020587	B
4	310	0,020543	B
3	451	0,020269	B
2	499	0,017959	C

* Letras iguais, as médias não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$).

Pela análise geral da Tabela 22, sabendo-se que letras iguais representam tratamentos iguais no que se refere à média volumétrica no período de 2002 a 2004, temos os seguintes resultados:

- O Tratamento 5 difere estatisticamente de todos os outros ao nível de significância de 5%;

- Os Tratamentos 1, 4 e 3 não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%;
- O Tratamento 2 difere estatisticamente de todos os outros ao nível de significância de 5%.

Para melhor visualizar a análise comparativa das médias dos anos, essas foram colocadas em ordem decrescente, sendo que às médias estatisticamente iguais são atribuídas letras iguais e à médias estatisticamente diferentes, letras diferentes.

A Tabela 23 nos apresenta a comparação das médias entre os anos no período de 2002 a 2004 pelo Teste de Duncan.

Tabela 23 – Comparação das médias entre os anos pelo Teste de Duncan.

Ano	Quantidade	Média volumétrica	Teste Duncan*
2004	366	0,057534	A
2003	571	0,021851	B
2002	1160	0,007628	C

* Letras iguais, as médias não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$).

Pela análise geral da Tabela 23, pode-se verificar que, sabendo-se que letras iguais representam anos iguais no que se refere à média volumétrica, as médias dos três anos analisados diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Fazendo uma análise dos resultados obtidos no teste d.m.s., apresentado na Tabela 22, referente aos cinco tratamentos analisados no período de 2002 a 2004, observou-se que a média volumétrica do Tratamento 5 difere estatisticamente de todos os outros; os Tratamentos 1, 4 e 3 não diferem estatisticamente entre si e o Tratamento 2 difere estatisticamente de todos os outros ao nível de significância de 5%.

Ainda pela análise dos resultados apresentados na Tabela 23 observa-se que as médias volumétricas dos três anos diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%, sendo que o ano de 2004 apresentou a maior média volumétrica no período analisado.

4.4 Comentários gerais do capítulo

Neste capítulo realizou-se a parte prática da pesquisa. A partir dos resultados obtidos pela análise, realizou-se uma análise individual de cada tratamento bem como a análise conjunta entre os tratamentos em estudo.

Os dados, para a pesquisa, foram coletados em pesquisa que está sendo desenvolvida conjuntamente entre a Empresa SETA (Sociedade Extrativa de Taniño de Acácia Ltda.) e o Centro de Pesquisas Florestais (Cepef) da Universidade Federal de Santa Maria (Santa Maria – RS), no distrito de Capão Comprido pertencente ao município de Butiá – RS, em área da Empresa.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Na conclusão, desta pesquisa, apresenta-se uma síntese daquilo que foi mais significativo no estudo realizado, procurando apresentar os argumentos utilizados em torno dos objetivos propostos e as sugestões de temas potenciais para futuros estudos na área.

5.1 Conclusões

A acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), constitui-se na segunda principal essência florestal plantada no Rio Grande do Sul, perdendo apenas para o Eucalipto. A cultura dessa espécie é de fundamental importância para as indústrias de tanino, chapas e celulose no Estado, frente aos bons resultados econômicos advindos da exploração da mesma, pois a casca é vendida para a extração de taninos e a madeira é comercializada para conversão em celulose, chapas e energia. A acácia negra tem sido considerada como uma das principais alternativas de plantio na área agrícola do Estado.

Também desempenha um importante papel ecológico referindo-se, principalmente, a capacidade da acácia negra de fixar N_2 da atmosfera, de produzir grande volume de folhas e ramos finos, produzindo nutrientes que poderão retornar ao solo e, permitindo ainda consórcios com culturas agrícolas sem comprometer a capacidade produtiva do sítio.

Apesar disso, há carência de informações básicas, principalmente referentes ao melhoramento genético para obtenção de sementes de qualidade superior, ao manejo adequado dos resíduos florestais e os aspectos nutricionais da espécie.

Os parâmetros utilizados pelos pesquisadores para classificar as mudas em padrões de qualidade se baseiam nos aspectos fenotípicos das plantas, os parâmetros morfológicos, e em aspectos do interior da planta, os parâmetros fisiológicos.

Entre os parâmetros morfológicos estão: altura da parte aérea, diâmetro do colo, relação altura da parte aérea/diâmetro de colo (h/d), massa seca das mudas, percentagem de raízes e Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

Entre os parâmetros fisiológicos estão: potencial hídrico e estado nutricional.

Alguns fatores podem afetar a qualidade das mudas, e entre estes, destacam-se: qualidade genética das mudas, peso e tamanho das sementes, estocagem das mudas no viveiro, fertilização das mudas, substrato, recipiente e sombreamento.

Existe também uma carência de informações a respeito da produtividade da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) em função de diferentes espaçamentos.

Neste estudo, foi analisada a produtividade da acácia negra em função de diferentes espaçamentos, com base inicial de hum mil cento e sessenta árvores, distribuídas em cinco tratamentos e três repetições, originadas de pesquisa desenvolvida conjuntamente entre a Empresa SETA (Sociedade Extrativa de Tanino de Acácia Ltda.) e o Centro de Pesquisas Florestais (Cepf) da Universidade Federal de Santa Maria (Santa Maria – RS), no distrito de Capão Comprido pertencente ao município de Butiá-RS, em área da Empresa. A empresa utiliza um espaçamento de 3,0 m x 1,33 m em seus plantios, por realizá-los com máquina, no entanto os resultados obtidos no teste d.m.s. no presente estudo, apontam que pela análise conjunta dos tratamentos analisados no período de 2002 a 2004, a média volumétrica do Tratamento 5 difere estatisticamente de todos os outros; os Tratamentos 1, 4 e 3 não diferem estatisticamente entre si e o Tratamento 2 difere estatisticamente de todos os outros ao nível de significância de 5%. Portanto, no que se refere a tratamento (espaçamento), conclui-se que o Tratamento 5 (3,0 m x 2,50 m) é o mais indicado para o plantio da acácia negra, tendo em vista ter apresentado a melhor média volumétrica.

No aspecto referente ao período analisado, os resultados obtidos no teste d.m.s. no presente estudo, apontam que tanto pela análise individual quanto conjunta dos tratamentos, as médias volumétricas dos três anos diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%, sendo que o ano de 2004 em todos os tratamentos apresentou a maior média volumétrica.

Na seqüência, apresentam-se algumas sugestões de trabalhos futuros, correspondentes ao tema estudado, que possam complementar os resultados desta pesquisa.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Após a conclusão deste estudo, a experiência vivenciada oportuniza fazer sugestões a outros pesquisadores, uma vez que se percebeu existir, ainda, muitas possibilidades a serem pesquisadas e desenvolvidas, no que se refere a produtividade com qualidade.

Sugere-se, então, os seguintes trabalhos de pesquisa:

- Avaliação da qualidade das mudas de *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) em função de diferentes substratos.

- Avaliação econômica da produtividade da *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra) em função de diferentes espaçamentos.

Estes foram alguns dos aspectos que se destacaram entre as questões percebidas, durante a realização deste trabalho, e que merecem aprofundamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSMANN, E. **Waldetragskunde**. Muenchen: BLV Verlagsgessellschaft, 1961. 435 p.

AUER, C. G; SOTTA, E. D & STEIN, P. P. **Aumento da produtividade de acácia negra**. EMBRAPA, 1995.

BALLONI, E. A.; KAGEYAMA, P. Y.; CORRADINI, L. Efeito do tamanho da semente de *Eucalyptus grandis* sobre o vigor das mudas no viveiro e no campo. In: III Congresso Florestal Brasileiro, dez. 1978, Manaus. **Anais...**, Rev. Silvicultura, v. 2, p. 41-43.

BARBIZAN, E. L.; LANA, R. M. Q.; MENDONÇA, F. C.; MELO, B. de; SANTOS, C. M. dos; MENDES, A. F. Produção de mudas de cafeeiro em tubetes associada a diferentes formas de aplicação de fertilizantes. **Ciência Agrotécnica**, Lavras. Edição Especial, p. 1471-1480, dez., 2002.

BIANCHETTI, A. & RAMOS, A. **Métodos para superar a dormência de sementes de acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. EMBRAPA, Curitiba, 1982.

BOLAND, D. J.; BROOKER, M. I. H.; CHIPPENDALE, G. M.; HALL, N.; HYLAND, B. P. M.; JOHNSTON, R. D.; KLEINING, D. A., TURNER, J. D. **Forest trees of Australia**. Melbourne: Nelson-CSIRO, 1984. 243 p.

BRASIL. Ministério do Interior. **Levantamento dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Radan, 1986, v. 33.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. **Scientia forestalis**. Viçosa, n. 57, p. 161-170. 2000.

CAMILLO, S. B. A. **Influência dos fatores de sítio , espaçamento e idade na concen-tração e produção de taninos em povoamentos de *Acacia mearnsii* De Wild.** Santa Maria, UFSM. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, 1997.

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

CARPANEZZI, A. A. **Espécies para recuperação ambiental.** In: GALVÃO, A. P. M. Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais. Colombo: Embrapa Florestas, 1998. p. 43-53.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Recomendação de adubação e calagem para os Estados do RS e SC.** 3º Edição. Passo Fundo, 1995.

DEDECEK, R. A.; RACHWAL, M. F. G.; CURCIO, G. R.; SIMON, A. **Sistemas de preparación del suelo para plantición de *Acacia mearnsii* en dos lugares y su efecto en la productividad y en la erosión hídrica.** Primer Congreso Latinoamericano da IUFRO, Valdivia-Chile, 22 a 28/11/98. Actas..., CONAF/IUFRO, 1998. 1 CD-ROM.

DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. H.; JÚNIOR, S. B. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd: 2, Resposta a Nitrogênio e Potássio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 11-22. 1991.

DIAS, L.E.; JUCKSCH, I.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. de; JUNIOR, S.B. Formação de mudas de Táxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Voguel): II, Resposta a Nitrogênio, Pótássio e Enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 16, n. 2, p. 135-143. 1992.

DIAS, L. E.; FARIA, S. M. de; FRANCO, A. A. Crescimento de mudas de *Acacia mangium* Willd em resposta a omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa: Curitiba, v. 18, n. 2, p. 123-131. 1994.

DIAS, M. das G. F.; REIS, G. G. dos; REGAZZI, A. J.; LELES, P. S. dos S. Crescimento e forma do fuste de mudas de Jacarandá-da-bahia (*Dalbergia migra* Fr. Allem.), sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 23-34. 1991.

FERNANDES, P. S.; FERREIRA, M. C.; STAPE, J. L. Sistemas alternativos de produção de mudas de *Eucalyptus*. In: Congresso Florestal Brasileiro, 5., Olinda, 1986. **Anais...** São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1986. p. 73.

FLEIG, F. D. **Análise econômica dos sistemas de produção com Acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild,) no Rio Grande do Sul.** Santa Maria-RS. UFSM. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, 1993.

FLEIG, F. D.; SELING, I.; SPATHELF, P. **Análise econômica do crescimento da Acácia Negra, *Acacia mearnsii* De Wild, em diferentes espaçamentos.** In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2., 2001: Santa Maria. **Anais...** 704 p., p. 473-485.

FONSECA, É. de P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; 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, v. 26, n. 4, p. 515-523. 2002.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; PEREIRA, A. R. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes e em bandejas de isopor. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 9, n. 1, p. 58-86. 1985.

GOMES, J. M., COUTO, L.; BORGES, R. de C. G.; FONSECA, E. de P. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em "Win-Strip". **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 35-42. 1991.

GRANJA, A. **Acacicultura**. Jornal dos Reflorestadores. São Paulo, abr. 1979. v. 1, n. 2, p. 6-7.

ICFR –Institute for Commercial Forestry Research. Annual Research Report 1991. Pietmaritzburg, South Afrika: ICFR, 1991. 135 p.. **Endereço eletrônico:**<http://www.icfrnet.unp.ac.za/bulletin/10-95/wattle.ht>

KEIL, S. S.; CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F. G.; DEDECEK, R. A. **Efeito de diferentes níveis de calcário, adubação fosfatada e potássica no desenvolvimento aéreo e radicular da Acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. Resumo. XXIII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Caxambu-MG, 11 a 16/10/1998.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos Trópicos**. Eschborn. 1990, 343 p.

LIMA, M. C. Monografia: A engenharia da Produção Acadêmica. São Paulo: Sarai-va, 2004

LINK, D. **Formigas cortadeiras**. UFSM, Santa Maria, 1998.

MARCHIORI, J. N. C. **Anatomia das árvores do gênero acácia nativas e cultivadas no Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado. Curitiba, 1990.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas leguminosas**. Santa Maria, RS. Editora UFSM, 1997.

MENDES, C. J.; CANDIDO, J. F.; REZENDE, G. C.; FILHO, W. S. Tamanho de sementes de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden e seu efeito sobre a germinação e qualidade de mudas. In: III Congresso Florestal Brasileiro, dez. 1978, Manaus. **Anais...**, Ver. Silvicultura, v. 2, p. 343-346.

MINISTÉRIO DO INTERIOR. **IX recenseamento geral do Brasil**. Rio de Janeiro: v. 2, t. 3, n. 22, 1ª e 2ª parte. 1980.

MINISTÉRIO DO INTERIOR. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão do Brasil em Micorregiões Homogêneas**. Rio de Janeiro: IBGE, 1986.

MORA, A. L. **Aumento da produção de sementes geneticamente melhoradas de *Acácia mearnsii* De Wild. (Acácia-negra) no Rio Grande do Sul**. Curitiba: UFPR, 2002. 140 p. (Tese de Doutorado em Ciência Florestal, Setor de Ciências Agrárias, UFPR).

MORAES NETO, S. P. de; GONÇALVES, J. L. de M.; ARTHUR JR., J. C.; DUCATTI, F.; AGUIRRE JR., J. H. Fertilização de mudas de espécies arbóreas nativas e exóticas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 129-137. 2003.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretária da Agricultura – RS, 1961. 34 p.

OLIVEIRA, H. A. de. **Acácia negra e Tanino no Rio Grande do Sul**. v.1. Publicação da Associação Brasileira de Acacicultores. Tipografia Mercantil, Porto Alegre-RS. 1960. 116 p.

OLIVEIRA, H. A. de. **Acácia negra e Tanino no Rio Grande do Sul**. v.2. Publicação da Associação Brasileira de Acacicultores. La Salle, Canoas-RS. 1968. 121 p.

PEREIRA, J. C.; CALDEIRA, M. W. M.; SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; SANTOS, E. M. **Exportação de nutrientes em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. na idade de corte.** In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONE SUL, Santa Maria, 1999. Anais... Santa Maria: UFSM, 1999, p. 158-164.

POSENATO, R. E. Ensaio de espaçamento em Acácia negra. *Roessleria*, v. 1, n. 1, p. 125-130, 1977.

RACHWAL, M. F. G.; DEDECEK, R. A., CURCIO, G. R.; SIMON, A. A. **Produção de madeira, casca e tanino de *Acacia mearnsii* com sete anos, em solos derivados de micaxistos e arenito no município de Piratini, RS.** Colombo, Embrapa Florestas, Novembro de 2001. (Comunicado Técnico, 54).

REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F.; BERNARDO, A. L.; MAESTRI, M.; REGAZZI, A. J.; GARCIA, N. P. P. Efeito do tempo de estocagem de mudas de *Eucalyptus* produzidas em tubetes sobre o biomassa após o transplante. *Revista Árvore*, Viçosa: Curitiba, v. 15, n. 2, p. 103-111. 1991a.

REIS, M. das G. F.; REIS, G. G. dos; REGAZZI, A. J.; LELES, P. S. dos S. Crescimento e forma do fuste de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem.), sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. *Revista Árvore*, Viçosa. v. 15, n. 1, p. 23-34. 1991b.

RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R.; HELLER, J. B.; STEIN, P. P. **Parâmetros genéticos e interação genótipo x ambiente em teste de procedências e progênies de acácia negra.** Boletim de Pesquisa Florestal; Colombo, nº24125, Jan/dez. 1992.

SCHEREN, L. W.; TONINI, H.; SCHNEIDER, P. R.; MÜLLER, I.; DRESHER, R. **Planejamento de investimento em uma propriedade reflorestada com Acácia Negra (*Acacia mearnsii* De Wild.).** In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2., 2001. Anais... Santa Maria. 704 p., p. 257-277.

SCHNEIDER, P. R. **Modelos de equações e tabelas para avaliar o peso de casca de Acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1978. 149 p. (Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais).

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; COELHO, L.; FLEIG, F. D.; SCHNEIDER, P. S. P.; SPATHELF, P. **Tannin yield in different spacings of Black Wattle, *Acacia mearnsii* De Wild. Proceedings**, IUFRO International Symposium, Turrialba. 1999. p. 108-114.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P.; FINGER, C. A. G.; FLEIG, F. D. **Subsídios para o manejo da Acácia-negra, *Acacia mearnsii* De Wild.**. Santa Maria: UFSM, FATEC, CEBEF, 2000. 71 p. il., tabs.

SCHNEIDER, P. R.; FLEIG, F. D.; FINGER, C. A. G.; KLEIN, J. E. M. **Crescimento da Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) em diferentes espaçamentos**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 101-112, 2000.

SCHOENAU, A. P. G. **A site evolution study in Black Wattle (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. Stellenbosch: Ann. Univ. von Stellenbosch, v. 44, n. 2A, p. 79-214, 1969.

SCHOENAU, A. P. G. Height growth and site index curves for *Acacia mearnsii* on the Uasingishu Plateau of Kenya. **Commonwealth Forestry Review**, v. 52, n. 153, p. 245-253, 1973.

SCHUMACHER, M. V. **Material didático de Ecologia Florestal**. UFSM. Santa Maria, 1998.

SHERRY, S. P. **The Black Wattle (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. Pietermoritzburg : University of Natal Press, 1971, 402 p.

SILVA, E. M. R.; DÖBEREINER, J. O. **O papel das leguminosas no reflorestamento.** In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 7., **Anais...** Curitiba, 1982, p. 33-52.

SILVA, L. L. da. **Influência do sistema de manejo dos resíduos da floresta de acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) sobre as perdas de água e solo.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 1997. 49 p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal).

SIMON, A. A. **Produção de mudas de Acácia negra – plantio 1998.** Montenegro: TANAGRO, 1999. 3 p. (Relatório Técnico).

SOUZA, A. M.; ETHUR, A. B. M.; LOPES, L. F. D. & ZANINI, R. R. **Introdução a Projetos de Experimentos.** Santa Maria, RS: UFSM, 2002.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. North Carolina: Institute Inc., 1999-2001. Release 8.2.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002. 128 p.

STURION, J. A.. Produção de sementes florestais melhoradas. In: GALVÃO, A. P. M. Reflorestamento de Propriedades Rurais para fins Produtivos e Ambientais. Colombo: EMBRAPA – CNPF, 2000, p. 71-75.

TANAC S. A. **Acácia negra.** Montenegro, (19--).

TONIETTO, L.; STEIN, P. P. **Silvicultura da Acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Brasil.** Florestar Estatístico, v. 4, n. 12, p. 11-16. Nov. 1996/Out. 1997.

TURNBULL, J. W.; MIDGLEY, S. J.; COSSALTER, C. **Tropical acacias planted in Asia: Na overview.** In: RECENT DEVELOPMENTS IN ACACIA PLANTING, Vietnam, 1997. Proceedings... 82, Canberra: ACIAR, 1998. P. 14-28.

ANEXOS

