

EMERSON GONÇALVES MARTINS

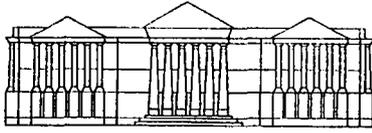
**SELEÇÃO GENÉTICA E CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS
E NUTRICIONAIS DE PROCEDÊNCIAS DE *Grevillea robusta*
(Cunn.) ESTABELECIDAS NO ESTADO DO PARANÁ**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação
em Engenharia Florestal, Universidade Federal
do Paraná, como requisito parcial à obtenção do
grau e título de Doutor em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Mário Takao Inoue

CURITIBA

2000



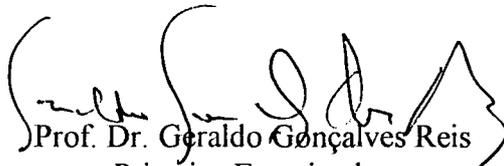
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA FLORESTAL

PARECER DE DEFESA DE TESE n.º 96

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de **DOUTORADO**, apresentada pelo candidato **EMERSON GONÇALVES MARTINS**, sob o título **“SELEÇÃO GENÉTICA E CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DE PROCEDÊNCIAS DE *Grevillea robusta* (Cunn.) ESTABELECIDAS NO ESTADO DO PARANÁ”**. para obtenção do grau de **Doutor** em Ciências Florestais, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **SILVICULTURA**.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Tese.

Curitiba, 31 de Agosto de 2000.



Prof. Dr. Geraldo Gonçalves Reis
Primeiro Examinador
DEPTO ENG. FLORESTAL – UFV



Pesq. Dr. Carlos Alberto Ferreira
Segundo Examinador
EMBRAPA/CNPFFloresta



Prof. Dr. Marcos Deon Vilela de Resende
Terceiro Examinador
EMBRAPA/CNPFFloresta



Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann
Quarto Examinador
UFPR



Prof. Dr. Mario Takao Inoue
Orientador e Presidente da Banca
UFPR



Aos meus pais
Felisbino e Odette,
à minha esposa Dilma,
e aos meus filhos,
Karin, Kelly, Emerson e Rafael.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente:

Ao Dr. Carlos Alberto Ferreira, ex. Diretor *Embrapa Florestas*, pela amizade, orientação e dedicação oferecida em todas as fases deste trabalho.

À Empresa ARAUPEL, representado na época pelo Dr. Pedro Bom e sua equipe de pesquisa, mantendo a área do experimento utilizado para a presente pesquisa.

Ao Prof. Dr. Mário Takao Inoue, pela amizade, orientação e dedicação oferecida em todas as fases deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antônio José de Araújo, pela amizade, orientação e dedicação prestada durante o curso.

Aos componentes da banca examinadora pelas sugestões ao trabalho.

Ao Dr. Edilson Batista de Oliveira, pelas sugestões apresentadas nas análises estatísticas.

À Sra. Lídia pela colaboração na correção das referências.

Aos Drs Jarbas Shumizu, Marcos Deon de Resende e Helton Damin da Silva pelas idéias, críticas e sugestões.

Aos colegas do Curso de Pós-graduação, em especial à Edinelson José Maciel Neves (**Bonitão do Juvevê**) e Jorge Ribaski (**Delegado**), pela amizade e companheirismo que desfrutamos.

Aos funcionários da Biblioteca e Laboratórios de Semente e Entomologia do Centro Nacional de Pesquisa de Floresta / EMBRAPA pelo apoio.

BIOGRAFIA DO AUTOR

EMERSON GONÇALVES MARTINS, nasceu em Curitiba, Estado do Paraná, no dia 15 de fevereiro de 1949.

Ingressou em 1969 no curso de Agronomia da Universidade Federal do Paraná, graduando-se em 1973.

Realizou seu mestrado através do Programa, Apoio Governamental para Implantação do Plano Nacional de Sementes (AGIPLAN) do Ministério da Agricultura, na Mississippi State University, Estado do Mississippi, USA, no período de 1975 à 1977, sendo a área de atuação, tecnologia de sementes.

Em abril de 1976 foi contratado pelo Serviço de Produção de Sementes Básicas da EMBRAPA, onde prestou seus serviços até 1989.

Em julho de 1989, foi transferido para o Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, onde foi selecionado para o curso de doutorado em 1995, ingressando na Universidade Federal do Paraná, no curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal.

SUMÁRIO

	LISTA DE TABELAS	ix
	LISTA DE FIGURAS	xii
	RESUMO	xv
	ABSTRACT	xvi
1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1	GENERALIDADES SOBRE A ESPÉCIE	4
2.1.1	Taxonomia e descrição	4
2.1.2	Distribuição geográfica	6
2.1.2.1	Ocorrência natural	6
2.1.2.2	Áreas de expansão	6
2.1.3	Adaptabilidade	7
2.1.3.1	Exigências climáticas	7
2.1.3.2	Solo	7
2.1.3.3	Limites altitudinais	8
2.1.4	Sementes e mudas	8
2.1.5	Espaçamentos de plantio	9
2.1.6	Adubação	9
2.1.7	Desenvolvimento e produção	9
2.1.8	Suscetibilidade a pragas e doenças	10

2.1.9	Propriedades e utilização da madeira	10
2.2	MELHORAMENTO GENÉTICO DA ESPÉCIE	12
2.2.1	Teste de progênies	12
2.2.2	Teste de procedências	13
2.3	ASPECTOS FISIOLÓGICOS	14
2.3.1	Pigmentos fotossintéticos (clorofila a, b total e relação a/b)	15
2.3.1.1	Métodos de extração da clorofila	18
2.3.2	Peso específico foliar e área específica foliar	19
2.3.3	Fotossíntese	20
2.3.3.1	Efeitos da temperatura baixa	21
2.3.3.2	Efeitos de temperatura alta	22
2.4	ASPECTOS NUTRICIONAIS DA ESPÉCIE	24
2.4.1	Concentração de nutrientes na folha	24
2.4.2	Ciclagem de nutrientes	25
2.4.2.1.	Ciclo geoquímico	26
2.4.2.2	Ciclo biogeoquímico	28
2.4.2.3	Ciclo bioquímico	29
3	MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1	CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS	31
3.1.1	Nova Esperança	31
3.1.2	Quedas do Iguaçu	31
3.2	CARACTERIZAÇÃO DAS PROCEDÊNCIAS USADAS NOS EXPERIMENTOS	33

3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
3.4	ESCOLHA DAS PROCEDÊNCIAS PARA AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS EM QUEDAS DO IGUAÇU,PR.....	38
3.5	AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS EM QUEDAS DO IGUAÇU, PR.....	39
3.6	CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA A, B, E TOTAL E RELAÇÃO CLOROFILA A/B	40
3.7	DETERMINAÇÃO DO PESO ESPECÍFICO FOLIAR E ÁREA ESPECÍFICA	41
3.8	DETERMINAÇÃO DA FOTOSSÍNTESE	41
3.9	COLETA DE AMOSTRAS DE FOLHAS	42
3.10	COLETA DE AMOSTRAS DE SERAPILHEIRA	42
3.11	DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MACRO E MICRONUTRIENTES	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1	SELEÇÃO GENÉTICA DE PROCEDÊNCIAS	44
4.1.1	Transformação em Pomares de Sementes por Mudanças e Pomares Clonais	49
4.2	ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA ESPÉCIE	52
4.2.1	Concentração de clorofila	52
4.2.2	Peso específico foliar (PEF) e área específica (AEF).....	57
4.2.3	Fotossíntese	59
4.2.4	Correlações das variáveis fisiológicas com variáveis dendrométricas.....	63
4.3	CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA ESPÉCIE.....	67

4.3.1	Concentração de macronutrientes nas folhas de grevilea	67
4.3.1.1	Teores de nitrogênio nas folhas	68
4.3.1.2	Teores de fósforo nas folhas	70
4.3.1.3	Teores de potássio nas folhas	72
4.3.1.4	Teores de cálcio nas folhas	74
4.3.1.5	Teores de magnésio nas folhas	75
4.3.2	Concentração de micronutrientes nas folhas de grevilea	77
4.3.2.1	Teores de cobre e zinco nas folhas	78
4.3.2.2	Teores de ferro e manganês nas folhas	81
4.4	SERAPILHEIRA	84
4.4.1	Concentração e deposição de N, P, K, Ca e Mg na serapilheira de grevilea	85
4.4.2	Concentração e deposição de Cu, Fe, Mn e Zn na serapilheira grevilea	87
5	CONCLUSÕES	89
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
	ANEXOS	105

LISTA DE TABELAS

TABELA		Pg
1	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO EM QUEDAS DO IGUAÇU, PR. (MÉDIA DE QUATRO AMOSTRAS POR PROCEDÊNCIA)	33
2	CARACTERÍSTICAS DE ORIGEM DAS PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA UTILIZADAS NO ESTUDO.....	35
3	ÉPOCAS DE MEDIÇÃO E COLETA DE AMOSTRAS DAS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS	37
4	RELAÇÃO DAS PROCEDÊNCIAS, BASEANDO-SE NO VOLUME CILÍNDRICO TOTAL, EM PLANTAS DE TRÊS ANOS DE IDADE, EM QUEDAS DO IGUAÇU, PR.....	39
5	RELAÇÃO DOS BLOCOS CONTENDO O VOLUME CILÍNDRICO TOTAL E A PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA	40
6	QUADRADOS MÉDIOS DA ALTURA (m) E DIÂMETRO (cm) DE GREVÍLEA, NOS TRÊS PRIMEIROS ANOS EM NOVA ESPERANÇA, PR.....	44
7	QUADRADOS MÉDIOS DA ALTURA (m) E DIÂMETRO (cm) DE GREVÍLEA, NOS QUATRO PRIMEIROS ANOS EM QUEDAS DO IGUAÇU,PR.....	44
8	CORRELAÇÕES ENTRE AS MÉDIAS DE ALTURA E DIÂMETRO (DAP) DA GREVÍLEA, NOS TRÊS PRIMEIROS ANOS EM NOVA ESPERANÇA, PR.....	47
9	CORRELAÇÕES ENTRE AS MÉDIAS DE ALTURA E DIÂMETRO (DAP) DA GREVÍLEA, NOS QUATRO PRIMEIROS ANOS EM QUEDAS DO IGUAÇU,PR.....	47
10	MÉDIA DAS PROCEDÊNCIA E ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO VOLUME CILÍNDRICO DE GREVÍLEA COM TRÊS ANOS DE IDADE, EM NOVA ESPERANÇA, PR E QUEDAS DO IGUAÇU, PR COM QUATRO ANOS DE IDADE	48

11	VALORES GENÉTICOS PREDITOS E GANHOS GENÉTICOS ASSOCIADOS A SELEÇÃO DE INDIVÍDUOS NO TESTE DE PROCEDÊNCIA NOS MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA, PR E QUEDAS DO IGUAÇU, PR.....	50
12	GANHO GENÉTICO, EM PORCENTAGEM, OBTIDO EM RELAÇÃO À PROCEDÊNCIA TESTEMUNHA, DAS PROCEDÊNCIAS ORIGINAIS, DA MELHOR PROCEDÊNCIA, PELA IMPLANTAÇÃO DE POMARES DE SEMENTES POR MUDAS E POMAR CLONAL PARA OS MUNICÍPIOS DE NOVA ESPERANÇA E QUEDAS DO IGUAÇU, PR	51
13	TEORES MÉDIOS E CONTRASTES DE CLOROFILA a , CLOROFILA b , CLOROFILA TOTAL (a+b) E RELAÇÃO CLOROFILA a/b NAS DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, E QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS (CONCENTRAÇÃO EM $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$)	53
14	MÉDIAS E CONTRASTES DO PEF (g/m^2) E AEF (cm^2/g) DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA E NAS QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.....	59
15	MÉDIAS DA FOTOSSÍNTESE ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) E CONTRASTES DAS DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA E NAS QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.....	60
16	MÉDIAS E CONTRASTES DAS DIFERENTES PROCEDÊNCIAS, NO SEU INCREMENTO EM ALTURA, DIÂMETRO E VOLUME, DURANTE UM ANO, INICIANDO COM TRÊS ANOS DE IDADE	64
17	CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE AS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS, E AS VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO ..	66
18	MÉDIAS DAS CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES E CONTRASTES ENCONTRADOS NAS FOLHAS MADURAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, DENTRO DAS DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS	68
19	MÉDIAS E CONTRASTES DOS MICRONUTRIENTES ENCONTRADOS EM FOLHAS MADURAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, PARA DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.....	77

20	<p>QUANTIDADE DE SERAPILHEIRA DEPOSITADA (kg/ha) E CORRELAÇÃO COM O VOLUME DE MADEIRA PRODUZIDA, NO PERÍODO DE UM ANO, EM POVOAMENTO DE GREVÍLEA DE QUATRO PROCEDÊNCIAS, AOS QUATRO ANOS DE IDADE, EM QUEDAS DO IGUAÇU, PR.</p>	84
21	<p>CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DE MACRONUTRIENTES (g/kg) DEVOLVIDOS AO SOLO E CORRELAÇÃO COM O VOLUME DE MADEIRA PRODUZIDA, NO PERÍODO DE UM ANO, EM POVOAMENTO DE GREVÍLEA DE QUATRO PROCEDÊNCIAS, EM QUEDAS DO IGUAÇU, PR.</p>	85
22	<p>CONTEÚDO MÉDIAS DE MACRONUTRIENTES (kg/ha) DEVOLVIDOS AO SOLO E CORRELAÇÃO COM O VOLUME DE MADEIRA PRODUZIDA, NO PERÍODO DE UM ANO, EM POVOAMENTO DE GREVÍLEA DE QUATRO PROCEDÊNCIAS, EM QUEDAS DO IGUAÇU, PR.</p>	86
23	<p>CONCENTRAÇÃO MÉDIA ESTIMADA DE MICRONUTRIENTES (ppm) NA SERAPILHEIRA DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA</p>	87
24	<p>CONTEÚDO MÉDIA ESTIMADA DE MICRONUTRIENTES (ppm) NA SERAPILHEIRA DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA</p>	88

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Pg
1	LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DE NOVA ESPERANÇA E QUEDAS DO IGUAÇU E NO ESTADO DO PARANÁ.....	32
2	DISTRIBUIÇÃO NATURAL, LOCAIS DE COLETA E NÚMERO DE REFERÊNCIA DAS PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA NA AUSTRÁLIA	34
3	DISTRIBUIÇÃO NATURAL, LOCAIS DE COLETA, E LOCALIZAÇÃO DAS MELHORES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA SELECIONADAS PARA AS REGIÕES DE NOVA ESPERANÇA PR E QUEDAS DO IGUAÇU PR NA AUSTRÁLIA	46
4	CONCENTRÇÃO DE CLOROFILA a E b EM DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA NAS QUATRO ESTACÕES CLIMÁTICAS.....	55
5	CONCENTRÇÃO DE CLOROFILA TOTAL (a+b) E RELAÇÃO (a/b) NAS DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA NAS QUATRO ESTACÕES CLIMÁTICAS.....	56
6	ÁREA ESPECÍFICA FOLIAR AEF E PESO ESPECÍFICO FOLIAR PEF DAS DIFERENTES PROCEDÊNCIAS NAS QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.....	58
7	TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO MÉDIA MEDIDAS MENSALMENTE DURANTE O ANO DE 1997 E TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL OCORRIDA NA ÁREA DE 1972 À 1997	61
8	MÉDIA DA RADIAÇÃO SOLAR, NO DIA E NO MÊS DE COLETA DAS AMOSTRAS DE CLOROFILA E FOTOSÍNTESE NO ANO DE 1997.....	62
9	VARIAÇÃO DA FOTOSÍNTESE NAS DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA NAS QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.....	63

10	INCREMENTO MÉDIO SAZONAL EM ALTURA DAS DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA ESTUDADAS	64
11	INCREMENTO MÉDIO SAZONAL EM DIÂMETRO E VOLUME CILÍNDRICO DAS DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA ESTUDADAS.....	65
12	CORRELAÇÃO ENTRE A CLOROFILA b ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$) E O INCREMENTO EM ALTURA (m) DAS QUATRO PROCEDÊNCIAS.....	67
13	TEORES DE N EM FOLHAS MADURAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, NAS QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.....	69
14	TEORES DE P EM FOLHAS MADURAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, NAS QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS	71
15	TEORES DE K EM FOLHAS MADURAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, NAS QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS	73
16	TEORES DE Ca EM FOLHAS MADURAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, NAS QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.....	75
17	TEORES DE Mg EM FOLHAS MADURAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, NAS QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.....	76
18	TEORES DE Cu EM FOLHAS MADURAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, NAS QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.....	79
19	TEORES DE Zn EM FOLHAS MADURAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, NAS QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.....	80
20	TEORES DE Fe EM FOLHAS MADURAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, DURANTE AS QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.....	82

21	TEORES DE Mn EM FOLHAS MADURAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, DURANTE AS QUATRO ESTAÇÕES CLIMÁTICAS.....	83
----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

RESUMO

Os objetivos do presente estudo, foram identificar entre as diversas procedências originais de grevilea (*Grevillea robusta* Cunn), as de maior produtividade no Noroeste e Sudoeste do Estado do Paraná, que possam constituir uma base genética mais promissora para a implementação de um programa de melhoramento. Detectar possíveis diferenças fisiológicas entre quatro procedências de grevilea e suas correlações com variáveis de crescimento estabelecidas no Sudoeste do Estado do Paraná. Quantificar a produção de serapilheira, determinando os teores e conteúdos de nutrientes e caracterizar o estado nutricional das citadas procedências. A seleção genética utilizando o programa SELEGEN, destacou no Noroeste as procedências Mc Phersons, Fine Flower, Paddys Flat e Bottle Creek, no Sudoeste, Fine Flower, Bottle Creek, Mummulgum e Mc Phersons. No Noroeste e sudoeste, os ganhos genéticos estimados para o volume cilíndrico, das procedências australianas com três e quatro anos de idade, foram superiores em 99% e 71% respectivamente, quando comparadas com a testemunha. A transformação de ambas as áreas em Pomar de Sementes por Mudas, resulta um ganho genético estimado para cada Pomar praticamente igual ao ganho genético estimado para a melhor procedência, valores estes que giram em torno de 148% e 117% respectivamente. No caso de instalação de Pomar Clonal, calcula-se que o ganho genético em relação à testemunha, deve ser superior a 187 % e 153% para o noroeste e sudoeste respectivamente. Estes ganhos genéticos confirmam que não existe a necessidade de se retornar à Austrália para se coletar novamente as procedências superiores identificadas para o aumento de volume de madeira. A clorofila **b** e a relação clorofila **a/b**, foram as variáveis fisiológicas que melhor caracterizaram as diferentes procedências durante as diferentes estações climáticas, correlacionando-se diretamente, (clorofila **b**) e inversamente (relação clorofila **a/b**), com a velocidade de crescimento em altura durante o ano. Diferenças significativas foram observadas para as variáveis área específica foliar e o peso específico foliar, entre as procedências de origem australianas e a testemunha. O comportamento das diferentes procedências com relação a concentração dos nutrientes foi semelhante e apresentou a seguinte ordem decrescente; macronutrientes, $N > Ca > K > Mg > P$ e micronutrientes, $Mn > Fe > Zn > Cu$. A deposição de serapilheira feita pelas diversas procedências de grevilea é positivamente correlacionada com o volume de madeira produzido, sendo a procedência "Fine Flower", a que maior volume de serapilheira depositou durante o ano. A produção em volume de madeira de grevilea é diretamente relacionada com os conteúdos de todos os macronutrientes e micronutrientes, exceto o K e o Zn.

ABSTRACT

The main objectives of this study were: i. to identify the most productive provenances of *Grevillea robusta* Cunn. for the Northwestern and Southwestern regions of the State of Paraná; ii. to establish the base populations for future breeding programs; iii. to correlate the growth of the provenance with physiological variables; vi. to quantify the deposition of litter, the contents and quantities of macronutrients and micronutrients; v. to characterize the nutritional status of the trees. The genetic selection by means of SELEGEN, pointed out the Northwestern region the following provenances: Mc Phersons, Fine Flower, Paddys Flat e Bottle Creek for it, and the Southwestern region, Fine Flower, Bottle Creek, Mummulgum e Mc Phersons for it. The estimates of genetic gains of the best provenance in relation to the local provenance were 99% and 71% for the Northwestern and Southwestern of Paraná respectively. The transformation of both Provenance trials in Seedling Seed Orchards will result in genetic gains equal to that obtained for the best provenance (148% and 117% respectively). The establishment of Clonal Seed Orchards will result in genetic gains of 187% and 153% superior to the control. These estimates prove no need to go back to Australia to collect seeds for the best provenance, for both the Northwestern and Southwestern regions. The chlorophyll **b** was directly correlated to height growth, while all the other physiological variables tested did not. The contents of nutrients in the mature leaves were similar in all provenances. Difference between Australians provenances and local provenance was found in specific area leaves and specific weight leaves. The concentrations of macronutrientes presented the following order $N > Ca > K > Mg > P$ and the micronutrients, $Mn > Fe > Zn > Cu$. The litter dry weight was positively correlated with provenances volume. The wood volume production of *Grevillea robusta* was directly related with the amounts of all litter nutrients, except K and Zn.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país tropical, em que mais de 90% de seu território está ao norte do Trópico de Capricórnio. Seu clima e solo, excetuando algumas áreas do Nordeste, são, em geral, favoráveis para o desenvolvimento de espécies florestais. A cobertura vegetal do país está representada em grande parte pela Floresta Amazônica que ocupa 285 milhões de hectares, pelos Cerrados, nas regiões Sudeste e Centro-Oeste que ocupam uma área de 180 milhões de hectares e, pela Caatinga no Nordeste, com 90 milhões de hectares. A Mata Atlântica, ao longo do litoral, com 1,1 milhões de km², localizada ao longo do litoral brasileiro (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 1998).

O setor florestal brasileiro desenvolveu-se acentuadamente a partir da década de 60. O Código Florestal Brasileiro foi promulgado em 1965. A lei dos incentivos fiscais, a legislação de proteção à fauna e a criação do antigo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF foram eventos marcantes para esse desenvolvimento. Em 1989, foi criado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, assumindo todas as responsabilidades do IBDF e outras instituições que trabalhavam no setor, priorizando, a partir de então, uma política preservacionista, promovendo e apoiando, entre outras ações, a criação de Unidades de Conservação em todo o país (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 1998).

A SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA (1990) calculou que a demanda chegava a aproximadamente 263,49 milhões de metros cúbicos de madeira roliça por ano, e que as florestas plantadas podiam suprir em torno de 82,3 milhões de metros cúbicos por ano, sendo o déficit, cerca de 181,19 milhões de metros cúbicos por ano. A SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA (1998) cita que o Brasil aumentou o consumo para 350 milhões de metros cúbicos de madeira roliça por ano.

Segundo a SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA (1998), em relação ao mercado interno, o setor gerou uma receita ao redor de US\$ 17 bilhões, com 700 mil empregos diretos e 2 milhões de empregos indiretos, contribuindo em 1996 com US\$ 2 bilhões em impostos, participando com 2,2% no PIB nacional. O Brasil exportou, em 1996, US\$ 4,1 bilhões em produtos de origem florestal e, em 1997, US\$ 3,3 bilhões, sendo a celulose proveniente de eucaliptos o produto com participação mais expressiva no mercado

mundial, com 5,2% dos negócios internacionais.

No Estado do Paraná, o processo de expansão das atividades agropecuárias, provocou a diminuição da cobertura vegetal original de 85% para 5% da área total do Estado (MONTROYA & MAZUCHOWSKI, 1994). Essa situação é mais acentuada na região Norte do Estado do Paraná, onde, além da pequena cobertura florestal para atender o mercado consumidor de madeira, existe extensões significativas de áreas degradadas ou em processo adiantado de degradação. Nessa região, para os próximos anos, prevê-se uma situação crítica com relação à oferta de produtos florestais. A demanda regional de madeira está estimada em 414 mil m³ anuais, cujo atendimento necessitará que se refloreste uma área adicional de 2000 ha/ano (PINTO, 1996).

Nas outras regiões do Estado do Paraná, a cobertura florestal nativa também sofreu expressiva redução. Resta somente parte da Mata Atlântica, na Serra do Mar, e poucas áreas preservadas da Floresta Ombrófila Mista e Semi-decidual em outras regiões. A expansão da agricultura e da pecuária nestas regiões, praticamente dizimou a mata nativa, incluindo, por vezes, as matas ciliares.

A *Grevillea robusta* Cunn, conhecida no Brasil simplesmente como grevilea, é uma espécie alternativa para reflorestamento, por apresentar tolerância a solos de baixa fertilidade, rápido crescimento, madeira para múltiplos usos e, portanto, tem potencial para plantios nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. A grevilea já se destaca como uma das espécies preferidas para plantios nestas regiões, principalmente em sistemas agroflorestais. (SILVA & MAZUCHOWSKY, 2000)

A exemplo de outras espécies florestais, mesmo do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*, as primeiras introduções de grevilea, não foram suficientemente cuidadosas. Desconhecia-se, há não muitos anos atrás, a importância base genética das sementes, e os efeitos danosos provocados pela endogamia, que pode levar a perdas de vigor e má formação de árvores dentre outros defeitos (FERREIRA & MARTINS, 1998)

Portanto, visando primordialmente avaliar os possíveis ganhos oriundos da reintrodução de sementes de grevilea de procedências identificadas, os objetivos do presente estudo são os seguintes:

a) Identificar, dentre as 21 procedências de grevilea, as de maior produtividade no Noroeste e Sudoeste do Estado do Paraná, que possam constituir uma base genética mais

promissora para a implementação de um programa de melhoramento, visando à produção de madeira para diversas finalidades;

b) Detectar possíveis diferenças fisiológicas entre quatro procedências de grevilea estabelecidas em Quedas do Iguaçu PR, e suas correlações com variáveis de crescimento, visando de seleção precoce;

c) Caracterizar o estado nutricional das quatro procedências estudadas;

d) Quantificar a produção de serapilheira e os seus teores e conteúdos de macro e micronutrientes e relaciona-las com volume de madeira produzido pelas diferentes procedências estudadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES SOBRE A ESPÉCIE

A grevilea, em sua origem, é conhecida, popularmente, como “silky oak”(carvalho sedoso) ou “silver oak”(carvalho prateado) devido à aparência prateada da parte inferior de sua folhagem. Na Argentina é conhecida como “roble australiano”. O nome grevilea, foi dado em homenagem a C. F. Greville, patrono inglês da botânica. A palavra robusta, vem do latim robustus (duro, forte, robusto), em referência ao tamanho das árvores da espécie, cujo gênero caracteriza-se por muitas espécies arbustivas.

No Brasil, é uma espécie muito conhecida, principalmente nas Regiões Sul e Sudeste. Muitas vezes é considerada erroneamente como espécie nativa. O interesse pela espécie, foi despertado pelo seu uso em cortinas quebra-ventos e para proteção das geadas, principalmente em lavouras de café. Reconhecida como espécie ideal para sistemas agroflorestais devido a baixa competitividade com as culturas agrícolas, tem sido utilizada em sombreamento de pastagens com benefícios reconhecidos. Hoje é uma espécie de grande aceitação, devido a seu rápido crescimento, rusticidade, plasticidade e qualidade da madeira(FERREIRA & MARTINS, 1998; CARVALHO, 1998 e SHIMIZU, 1998).

A grevilea tem sido utilizada em grande escala para plantios com finalidade de produção madeira. Entretanto, diversas empresas moveleiras, no Noroeste do Estado do Paraná e São Paulo, a utilizam para produzir esquadrias e diversos tipos de móveis como camas, mesas e cadeiras.

2.1.1 Taxonomia e descrição

De acordo com o sistema de Cronquist, (CRONQUIST, 1981) a taxonomia de grevilea obedece à seguinte hierarquia:

Divisão: Magnoliophyta (Angiosperma)

Classe: Magnoliopsida (Dicotyledonae)

Ordem: Proteales

Família: Proteaceae

Espécie: *Grevillea robusta* Cunn.

A grevilea foi descrita pela primeira vez em 1827 pelo botânico Alan Cunnighan. É uma espécie semicaducifolia, que alcança geralmente 20 a 24 m de altura, podendo eventualmente atingir 40 m. Quando adulta, o diâmetro à altura do peito pode alcançar de 40 a 50 cm. Sua casca é marrom escura, fissurada, sendo as folhas bipinatifidas, com 20 a 30 cm de comprimento e limbo de 18 a 26 cm de comprimento e 11 a 21 cm de largura. A filotaxia é alternada, disposta sobre macroblastos. Os pecíolos de 2 a 3 cm de comprimento, são canaliculados e pubescentes em toda a sua extensão. As flores são amarelas a alaranjadas, protândricas, com perianto unisseriado, cálice petaloide, sinsépalo, fendido, com forma sinfonóide peculiar. As anteras são de cor amarelo forte, andnatas ao tubo, estilete curvo no botão floral e exceto na fase receptiva. Fruto, folículo assimétrico, glabro, lenhoso, cinza-escuro, deiscente, com 1,5 a 2 cm de comprimento contendo duas sementes que são aladas, castanho-claras com 0,5 a 1 cm de comprimento (HARWOOD, 1992).

BARROS (1996) e THIMMARAJU (1992) descreveram a espécie do mesmo modo, sendo que o último determinou o número de cromossomos, $n = 10$ ($2n = 20$).

A espécie apresenta folhagem pouco densa. Sua copa é constituída de poucos ramos alternados, geralmente não superior a dez, espaçados de 90 a 150 cm, inclinados em relação ao tronco em ângulo próximo de 45° . A derrama natural é difícil tanto em árvores isoladas quanto em povoamentos. Seu porte é ereto, geralmente com fuste único, podendo ser encontrada com tronco bifurcado. As bifurcações podem ocorrer por ações de agentes externos, como pragas e intempéries.

Segundo SWAIN (1928) e HARWOOD (1992), as informações de crescimento de grevilea no seu "habitat" natural, podem ser assim resumidas:

- "O desenvolvimento é mais vigoroso durante os seis primeiros anos, chegando a atingir 9m de altura no último ano".

- "O crescimento e desenvolvimento da planta está diretamente ligado a temperatura e período de chuvas. No inverno, o crescimento fica em torno de 13 cm por mês, diminuindo nos meses em que a geada se faz presente. Nas temperaturas altas de verão, em que as chuvas são mais constantes, o crescimento chega à atingir 30 cm nos meses de dezembro e janeiro".

- "Árvores adultas, chegam a atingir normalmente de 20 a 24m de altura com DAP

de até 50 cm. Ocasionalmente aparecem árvores com até 40 m de altura e DAP de 100 cm. Árvores em altitudes de 900 – 1000 m, tem a altura reduzida, sendo que o DAP não ultrapassa a 75 cm”.

Segundo FERREIRA & MARTINS (1998); CARVALHO (1998) e SHIMIZU, (1998) o comprimento médio das toras, pode variar de 12 a 21 m. A porcentagem de casca varia de 11 a 23% dependendo do porte da árvore.

2.1.2 Distribuição geográfica

2.1.2.1 Ocorrência natural

A grevílea é uma espécie florestal de origem Australiana, com distribuição natural predominante em áreas costeiras do norte do estado de New South Wales e ao sul do estado de Queensland. Segundo SWAIN (1928), esta variação de distribuição natural atinge as latitudes de 30° 10'S a 24° 30'S. A altitude de ocorrência natural varia desde o nível do mar até 1.120m (BOLAND, 1984 ; HARWOOD & GETAHUN, 1990).

A variação climática encontrada na área de distribuição natural da grevílea é relativamente acentuada. A precipitação média anual varia de 720 a 1710 mm, de oeste para leste e temperatura média anual de 14 a 20 °C.

Geralmente a grevílea é encontrada em dois tipos de habitat. O primeiro ao longo de rios, em distâncias não superiores a 30 m da margem. O segundo habitat é nas florestas mistas de *Araucaria cunninghamii*, com densidade bem menor que ao longo dos rios e córregos. Desenvolve-se em solos bem drenados, com acidez média a neutra (BOLAND, 1984).

2.1.2.2 Áreas de expansão

Em 1830, o botânico que descreveu a espécie pela primeira vez, encaminhou as primeiras sementes para a Inglaterra, tornando-a conhecida na Europa como planta ornamental. Posteriormente, a mesma foi disseminada no Srilanka e Índia, para sombreamento de culturas de chá. Em seguida, foi levada para a Argélia e África do Sul, chegando na América do Sul apenas no final do século passado (HARWOOD & GETAHUN, 1990).

No Estado de São Paulo, Brasil, a grevilea foi introduzida no final do século dezenove para sombrear cafezais. Em 1975, o I.B.C., (Instituto Brasileiro do Café), recomendou a formação de quebra ventos arbóreos com a finalidade de reduzir a ação dos ventos frios, quentes ou secos. A técnica consiste em plantar renques de grevilea perpendiculares aos ventos sudeste, distanciados em 100m, com árvores espaçadas de 4m, nas linhas (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1981).

Em vários países tropicais, a grevilea foi introduzida para sombrear diversas culturas como o café, cacau e chá, por exemplo. Assim é comum em Ruanda, Burundi, Havai e algumas regiões meridionais da Florida, e em altitudes moderadas do leste da África. No final da década de 70, sua aptidão como espécie para sistemas agroflorestais foi finalmente destacada no Quênia.

2.1.3. Adaptabilidade

2.1.3.1. Exigências climáticas

A grevilea é uma espécie que tolera uma grande variação de temperatura. Em seu habitat natural, suporta temperaturas de até -1°C , sem prejuízo ou dano para seu desenvolvimento. Fora de seu habitat, como exótica, chega a suportar temperaturas inferiores à -5°C , reduzindo a seu crescimento. Em experimento instalado e conduzido pela EMBRAPA – Florestas, em Ponta Grossa PR, foi observada a morte de gemas terminais, redução de crescimento e comprometimento da forma das árvores, como consequência da ocorrência de geadas.

2.1.3.2. Solo

Na Austrália, a grevilea se desenvolve satisfatoriamente em áreas bem drenadas, solos originários de basalto ou aluviões, com pH girando em torno de 5,5 a 7,5 (HARWOOD, 1992).

No Brasil, pode-se encontrar a grevilea com bom desenvolvimento em solos de origem basáltica ou arenítica como a região Noroeste do Estado do Paraná. A grevilea

desenvolveu-se satisfatoriamente nos mais variados tipos de solo, entretanto não tolera solos encharcados.

2.1.3.3. Limites altitudinais

Nas regiões de introdução da grevilea, dependendo do local de plantio, existe uma tendência de redução de crescimento com o aumento da altitude. Em testes realizados em Uganda, em diferentes locais com diferentes altitudes, o melhor resultado foi obtido na localidade de Kaveri, com altitude de 1310 m, onde, aos 14,8 anos de idade, a média em altura e DAP foi de 22 m e 29,1 cm, respectivamente, totalizando um volume cilíndrico de 1,50 m³. Entretanto, os piores resultados foram registrados em Mafuza, cuja altitude é de 2160 m, onde aos 20 anos de idade, a média obtida em altura e DAP foi de 23,5 m e 27,1 cm, respectivamente, totalizando um volume cilíndrico de 1,35 m³, confirmando que o crescimento é inversamente relacionado com o aumento de altitude do local de plantio (OKORIO & PEDEN, 1992).

A grevilea quando plantada em baixas altitudes e altas precipitações em regiões tropicais, é praticamente eliminada por fungos e insetos. Diversos exemplos de insucesso da grevilea devido a esses problemas são apresentados por BELLEFONTAINE (1993).

2.1.4. Sementes e mudas

As sementes de grevilea são de formato achatado, alcançando até 50.000 unidades por quilograma. As mesmas podem ser armazenadas por até dois anos em condições de temperatura e umidade controlada (temperaturas baixas e umidade inferior a 10%). Em condições ambientais em que a temperatura e a umidade relativa são altas, as sementes perdem a viabilidade em poucos meses (CARVALHO, 1998; SHIMIZU, 1998 e HARWOOD, 1992).

Segundo ZANON (1993), a grevilea apresenta dormência de pós-colheita, que pode ser superada completamente por um período de armazenamento de 60-90 dias, sendo que a melhor condição de estocagem está em armazenar as sementes em sacos de papel e em câmara seca à 15^o C e 40% de umidade relativa do ar.

A produção de mudas de grevilea é relativamente fácil, principalmente por via sexuada . A sementeira pode ser feita em sacos plásticos ou tubetes, sem muita exigência de substrato. A espécie também pode ser propagada através da sementeira em canteiros e posteriormente repicadas para tubetes. A propagação, via enxertia ou estaquia, partindo de ramos novos de plantas jovens ou de mudas novas provenientes de sementes também, é um método bastante utilizado (HARWOOD, 1992 e HARWOOD, 1989).

2.1.5. Espaçamentos de plantio

Os espaçamentos ideais para plantio, visando a produção de madeira para diversas finalidades, ainda não foram estudados, mas os espaçamentos de 3 x 3 m ou 4 x 4 m, com previsão de desbastes, são considerados adequados para plantações comerciais. Entretanto não foram encontrados dados experimentais ou comerciais que confirmem estas indicações. Plantios homogêneos em áreas contínuas superiores a 2 ou 3 ha são raros no Brasil.

Para quebra ventos, o espaçamento ideal recomendado para proteção de áreas agrícolas é de uma única linha de árvores, espaçadas 5m entre si, sem desrama. A distância máxima entre barreiras não deve ultrapassar a 200m (DURIGAN, 1986). No caso de quebra ventos em cafezais, a indicação é o plantio em renques distanciados por 100 m entre si, com espaçamento entre as árvores de 4m (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1981).

2.1.6. Adubação

Quanto à adubação da grevilea, não foram encontradas recomendações nem informações publicadas. A espécie, entretanto, tem melhor desenvolvimento em solos mais férteis, sendo sensível à competição por ervas daninhas na fase inicial de seu crescimento. A espécie possui sistema radicular bastante profundo, capaz de translocar nutrientes das partes mais profundas do solo para a superfície, através da deposição da serapilheira (HARWOOD & GETAHUN, 1990).

2.1.7. Desenvolvimento e produção

A grevilea, quando introduzida em condições de solos e climas adequados, normalmente apresenta rápido crescimento. Temperaturas anuais de 15 à 18^o C e precipitações de 1000 à 2000 mm por ano, em que o inverno seja ameno, e a precipitação bem distribuída, seriam as condições ideais para seu desenvolvimento. O crescimento anual nestas condições chega a 2 m de altura e 2 cm de diâmetro (DAP), como média nos primeiros 5 à 10 anos de idade (HARWOOD & GETAHUN, 1990).

2.1.8. Suscetibilidade a pragas e doenças

A grevilea é susceptível a formigas cortadeiras. Recomenda-se o controle rigoroso das mesmas antes de seu plantio. Observa-se, também, a ocorrência de uma coleobroca nas raízes, que provoca a morte de plantas logo após o plantio. Esta praga ainda não foi identificada (FERREIRA & MARTINS, 1998).

Os mesmos autores também relatam a presença de uma lagarta desfolhadora, trazendo prejuízos acentuados ao crescimento causando desfolhamento completo das árvores. No mesmo ano, SANTANA *et al.* (1998) identificaram a lagarta como sendo, *Bombycades aspilaria* Gueneé (Lepdoptera: *Geometridae ennominiae*). Como medida de controle desta praga, deve-se monitorar a intensidade de seu ataque e adotar o controle biológico.

A grevilea não apresenta problemas graves com doenças. A mais importante é a *Asterolecanium pustulans* que praticamente a eliminou no Caribe. Esta doença também foi detectada na Índia e na África do Sul, mas não chegou a provocar sérios danos nestes países. Doenças fúngicas nas folhas, como *Fhylostica sp.*, *Cercospora sp.* e *Amphichaeta grevillea* também chegaram a causar sérios problemas em canteiros de mudas na Índia e no Srilanka (HARWOOD, 1992).

2.1.9. Propriedades e utilização da madeira

A madeira de grevilea é utilizada para diversas finalidades, desde a simples produção

de lenha até a utilização para dormentes, painéis, compensados e até móveis, como é o caso de uma fábrica no Noroeste do Estado do Paraná, Município de Alto Paraná, que produz camas e cadeiras unicamente com grevílea (EMBRAPA, 1986).

Segundo FERREIRA & MARTINS (1998); CARVALHO (1998) e SHIMIZU, (1998) a madeira de grevílea não é recomendada para uso externo devido a sua baixa durabilidade. Para usos mais nobres requer secagem lenta, sendo bastante fácil de se trabalhar. Os autores também informam que a madeira apresenta variações acentuadas na sua aparência, e como restrição, os produtores de móveis apontam a dificuldade de acabamento em algumas tábuas.

Dados recentes sobre suas propriedades tecnológicas foram obtidos por PEREIRA *et al.* (1998), e são transcritos a seguir:

- Densidade básica da madeira; 0,515 g/cm³.
- Densidade básica da casca; 0,493 g/cm³.
- Coeficientes de retratibilidade.
 - Radial; 3,4%.
 - Tangencial; 7,9%.
 - Longitudinal; 0,2%.
 - Volumétrica; 11,6%
- Coeficiente de anisotropia; 2,3.
- Teor de extrativos totais; 3,2%.
- Teor de lignina; 22,1%.
 - Teor de holocelulose; 74,7%.
 - Poder calorífico da madeira; 4.528 cal/g.
 - Rendimento da destilação seca da madeira;
 - em carvão; 32,5%
 - em gases não condensáveis; 28,4%
 - Análise química do carvão produzido;
 - teor de carbono fixo; 81,1%
 - teor de voláteis; 16,6%
 - teor de cinzas; 2,3%

A utilização do melhoramento genético , técnicas silviculturais mais adequadas e a seleção direcionada para a melhoria da qualidade da madeira é largamente recomendável para torná-la ainda mais importante como fornecedora de madeira para finalidades nobres .

2.2. MELHORAMENTO GENÉTICO

A escolha das fontes de sementes florestais é um dos principais fatores que afetam o desempenho e a produtividade de plantações. A pesquisa sobre procedências de sementes é prioritária, pois ela dará base para os programas de florestamento e reflorestamento conduzidos em qualquer país.

A existência de variações dentro das espécies florestais, é conhecida a muito tempo dos silvicultores. O estudo da natureza dessas variações, é como pesquisar e explorar a grande diversidade dentro de uma espécie. Os silvicultores precederam outros pesquisadores no reconhecimento da importância dessa variação e de suas relações com o ambiente. Foi possível constatar que o ambiente atua diretamente na expressão da capacidade de adaptação do material genético, influenciando a evolução da população (FERREIRA & ARAUJO, 1981).

Para distinguir materiais geneticamente diferentes, o melhoramento utiliza metodologias específicas dentre as quais as mais conhecidas são os testes de procedências e os testes de progênies.

2.2.1. Teste de progênies

Os testes de progênies visam a conservação genética das populações; a determinação da estrutura genética, e do valor genotípico de matrizes selecionadas nestas populações, e estimar parâmetros genéticos; produzir sementes melhoradas e gerar indivíduos para a seleção recorrente. (SHIMIZU *et al.*,1982)

Cada um destes objetivos terá maior prioridade sobre os demais, em função da espécie e da estratégia geral de melhoramento adotada, assim como, da fase da pesquisa em que o material genético é testado.

2.2.2. Teste de procedências

Os testes de procedências visam estudar os componentes genéticos e ambientais da variabilidade fenotípica entre povoamentos ou árvores de diferentes origens geográficas. Tais estudos objetivam detectar a variabilidade genética dentro da espécie; as relações entre esta variabilidade e os fatores do ambiente; e as reações das diferentes populações quando transferidas para um outro ambiente. Através desses estudos, podem-se determinar tanto as variações adaptativas herdáveis, relacionadas com a variabilidade ecológica da área de ocorrência natural da espécie, como as características não adaptativas herdáveis que podem resultar do isolamento ou outros fatores (FERREIRA & ARAUJO, 1981).

A partir de 1989-90, coleções de sementes de grevilea de 27 sítios e diferentes altitudes na região de distribuição natural na Austrália foram coletadas e encaminhadas para países que trabalham com a espécie, incluindo neste período o Brasil.

O Instituto Florestal de São Paulo, importou seis origens australianas que foram plantadas em três regiões, Assis, Avaré e Itapeva no Estado de São Paulo, em 1991. Os primeiros resultados indicam a procedência "Wallaby Creek" como a melhor em altura e diâmetro, em Assis, SP e Avaré, SP. A origem "12.6 kFR Woodenbong" e "Emu Vale" em altura e diâmetro respectivamente como as melhores na região de Itapeva (SEBBENN *et al.*, 1993).

A EMBRAPA, através do Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, importou, em 1992, 20 procedências de grevilea da Austrália e, em 1993, 126 progênies oriundas de 23 procedências. Este material foi instalado em regiões do Estado do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.

Os resultados iniciais apresentados por SHIMIZU, MARTINS & FERREIRA (1998), para diferentes procedências implantadas na região Noroeste do Estado do Paraná, foram altamente promissores. Procedências como Mann River, Fine flower e Rapville, todas originárias do Estado de New South Wales, latitudes que variam de 29° 07' a 29° 24' e longitude variando de 152° 29' a 152° 57' e altitude entre 40 à 60 m, produziram os maiores volumes cilíndricos. O aumento de produtividade em volume total de madeira foi superior em 140% quando comparado com a testemunha proveniente de áreas reflorestadas com material comercial do Brasil (FERREIRA & MARTINS, 1998).

Observa-se que não é objetivo do teste de procedência calcular valores genéticos preditos e ganhos genéticos associados à seleção de indivíduos, mas segundo RESENDE (1999), é possível, em um teste de procedência, selecionar e determinar o ganho genético de indivíduos através do SELEGEN. Assim, para uma avaliação genética completa necessitam-se dos parâmetros h^2_E , h^2_D e c^2 , representando a herdabilidade entre procedências, herdabilidade dentro de procedências e correlação de ambiente comum da parcela respectivamente, todos ao nível de indivíduos.

2.3. ASPECTOS FISIOLÓGICOS

Embora não se tenha encontrado trabalhos relacionados à espécie, os fatores primários que determinam o estabelecimento de determinada comunidade vegetal em uma região são a precipitação, temperatura e a luz. A distribuição das espécies dentro das comunidades está fortemente influenciada pela disponibilidade de luz. (CLARKE, 1971; WALTER, 1971; ANDRAE, 1978 e JACOBS, 1988).

A quantidade de luz que atinge o solo de uma floresta depende das espécies presentes, das propriedades óticas das folhas e da densidade das sucessivas camadas do dossel (REIFSNYDER & LULL, 1971).

A luz existente dentro de uma floresta é representada pela luz dos raios solares que penetram diretamente pelas aberturas do dossel e pela luz difusa que consiste da radiação refletida e transmitida através dos estratos florestais. De acordo com SASAKI & MORI (1981), a luz difusa é relativamente constante após o sol atingir uma altura no horizonte, superior a 30°.

A quantidade de luz é importante para muitos processos fisiológicos nos vegetais, entre os quais incluem-se o fotoperiodismo e fototropismo (EVANS, 1973); alongamento caulinar (SASAKI & MORI, 1981); dormência e germinação de sementes (WIECHERS & VASQUEZ-YANES, 1979). Entretanto, esses autores são unânimes em aceitar que a diferença de luz quanto a sua intensidade tem, nas condições naturais, efeito mais significativo no crescimento das plantas do que na sua qualidade (SHIRLEY, 1929; CLARKE, 1971 e AMO, 1985), principalmente quanto ao acúmulo de matéria seca.

Embora os picos de absorção da clorofila estejam nas faixas da luz azul e vermelha,

o espectro da ação para a fotossíntese mostra que a luz verde que é a mais abundante em condições da floresta, também é efetiva por ser absorvida por pigmentos acessórios, principalmente carotenóides, que transferem energia adicional para a clorofila (WHATLE & WHATLE, 1982).

Entre as variáveis fisiológicas possíveis de serem estudadas, encontram-se a clorofila **a**, clorofila **b**, clorofila total (**a+b**), relação clorofila **a/b**, peso e área específica e fotossíntese. Como a grevilea é uma espécie pouco estudada fisiologicamente, foram selecionadas as citadas variáveis para integrarem este trabalho.

2.3.1. Pigmentos fotossintéticos (clorofila a, b total e relação a/b)

A clorofila é o pigmento mais importante ligado à fotossíntese das plantas; sendo a responsável pelo crescimento e adaptabilidade das mesmas aos diferentes ambientes. Segundo HEATH (1972), a concentração de clorofila nas plantas depende da luz. Intensidade baixa de luz e baixa concentração de clorofila (inferior a 5 mg./dm²), a taxa fotossintética é dependente da concentração de pigmentos nas folhas.

A clorofila apresenta cor verde, devido absorver grande parte dos espectros vermelho e azul, refletindo o verde; o caroteno alaranjado, por absorver o azul, refletindo o amarelo e o vermelho (WHATLE & WHATLE 1982 e AWAD & CASTRO 1983).

WHATLE & WHATLE (1982), definem que as clorofilas **a** e **b**, juntamente com alguns carotenóides, atuam como pigmentos “antena,” capturando a energia luminosa necessária para a fotossíntese.

Dessa forma, embora existam vários outros tipos de clorofila no reino vegetal, as clorofilas **a** e **b** são as únicas importantes para as plantas lenhosas (KRAMER & KOZLOWSKI, 1979).

Segundo WHATLE & WHATLE (1982); DEVLIN & BARKER (1971), no grupo de pigmentos que absorve a luz, entre 420 a 660 nm predomina a clorofila **a** que corresponde ao fotossistema I; enquanto que a absorção da luz entre 435 a 643 nm, é independente, conectada a um grupo de coletores de luz, no qual predomina a clorofila **b**, denominado de fotossistema II.

Segundo LINDER (1974), a clorofila extraída em uma solução de acetona a 80% possui picos de absorção na faixa do vermelho, nos comprimentos de onda de 645 e 663 nm, respectivamente para a clorofila **a** e **b**. A leitura da absorbância nestes comprimentos de onda pode fornecer estimativas da concentração destes pigmentos, através de equações específicas (WHITHAM *et al*, 1971). Para a determinação da clorofila total, utilizam-se leituras a 652 nm, que é ponto isobérico, ou seja, onde as absorbâncias da clorofila **a** e **b** são iguais. (LINDER, 1974). O espectro característico de absorção da clorofila **a** mostra ainda uma região entre 450 e 600 nm onde a absorbância é quase nula, enquanto que para a clorofila **b** esta região está situada entre 490 e 620 nm, aproximadamente. (HALL & RAO, 1980). Sabe-se, atualmente, que existem mais de uma forma espectral de clorofila **a**, com picos entre 662 e 686 nm (THORNBUR, 1975).

As moléculas de clorofila atuam agrupadas e são organizadas dentro dos cloroplastos em conjuntos de várias centenas de moléculas, que constituem as unidades fotossintéticas (KRAMER & KOZLOWISKI, 1979; HALL & RAO, 1980). Estas unidades possuem uma “antena” formada por pigmentos coletores de energia luminosa, onde a clorofila **a** é a principal envolvida, que transferem esta energia para um único centro de reação. Dois tipos de reações podem ser observados: o P700 e o P680, cujos picos de absorção ocorrem a 700 e 680 nm, respectivamente, e constituem dois fotossistemas diferentes, o FS I e FS II, respectivamente (KRAMER & KOZLOWISKI, 1979).

Tem sido demonstrado que a clorofila ocorre sempre associada a moléculas de proteínas, formando dois tipos de complexo proteína-clorofila (THORNBUR, 1975). O complexo “P700- clorofila **a** - proteína” associa-se ao FS I, e é formado por clorofila **a**, **b**-caroteno, proteínas e P700, e representa de 10-18% da clorofila total nos vegetais superiores. Um outro tipo, o “complexo coletor clorofila **a/b**-proteína”, contém clorofila **a**, clorofila **b**, proteína e traços de carotenoides, associando-se principalmente ao FS II, embora possa ser encontrado também no FS I. Representa de 40-60% da clorofila total dos vegetais superiores, e tem a função de coletar energia adicional, não sendo essencial à ocorrência da fotossíntese.

THORNBUR (1975) apresenta ainda evidências de que a localização do complexo coletor **a/b**-proteína são os “grana” dos cloroplastos, enquanto o complexo P700-clorofila **a**

- proteína localiza-se nas lamelas do estroma.

A clorofila é constantemente sintetizada e destruída (foto-oxidação) quando na presença da luz. Este processo de destruição aumenta em condições elevadas de intensidade de luz, sendo o equilíbrio estabelecido a uma concentração mais baixa (KRAMER & KOZLOWSKI 1979).

Muitos trabalhos, relacionando capacidade fotossintética, peso específico foliar e ou, área específica foliar, são encontrados em espécies agrícolas, mas a partir de 1970, é que os trabalhos com espécies arbóreas começaram a aparecer no Brasil. Entre eles podemos citar INOUE (1978), que estudou a concentração de clorofila em cedro-rosa (*Cedrela fissillis*) e cedro (*Cedrela odorata*), encontrando o conteúdo de clorofila significativamente maior em plantas de sombra do que em plantas a pleno sol, sendo a diferença de até três vezes.

Outros autores como MODESTO & OLIVEIRA (1995), estudando mutamba (*Guazuma ulmifolia*) obtiveram elevados teores de clorofila total em plantas de cerrado sob radiação solar total, e OLIVEIRA *et al.* (1995), estudando várias espécies frutíferas, concluíram que os teores de clorofila total, praticamente não variaram entre os diferentes níveis de sombreamento para todas as espécies. Entre as espécies estudadas, destacam o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), jenipapo (*Genipa americana*) e o araticum (*Annona montana*).

MEZENTSEVA *et al.* (1976) estudaram a variação sazonal da concentração de clorofila existente em diferentes procedências de *Larix*, e concluíram que existe uma correlação entre a altura e a concentração de clorofila, isto aos 20 anos de idade, e que a clorofila pode oferecer mais cedo um indicativo do potencial de crescimento das diferentes procedências.

IVANOVA & VELIKOVA (1990), estudando o efeito da poluição na concentração de clorofila em *Betula pendula* na região de Sofia, na Bulgária, concluíram que o verão é a melhor estação do ano para se estudar o bio- indicador clorofila **a** ou **b**, e que a clorofila **a** apresenta uma diminuição em sua concentração com o aumento da poluição, mas a clorofila **b** não foi sensível o suficiente para apresentar qualquer alteração em resposta ao aumento da poluição.

SUSHEELAMMA *et al.* (1990), também estudando a variação da clorofila nas diferentes estações do ano em híbridos de *mulberry* (*Morus* sp.), concluíram que o verão é a estação de maior concentração de clorofila **a**, **b**, total (**a+b**), no inverno, a relação **a/b** encontra a sua maior concentração. Os mesmos autores também confirmam haver diferente concentração de clorofila para os diferentes híbridos estudados.

SIEFERMAN HARMS (1994) afirma que a maior concentração de clorofila **a** e **b** em *Picea abies* foi encontrada no verão e que a menor ocorreu nos meses de inverno, isto porque, a intensidade de luz no verão é maior que no inverno.

SUTJAEV (1964) encontrou diferenças na concentração de clorofila em folhas de diferentes procedências de *Quercus rubra*.

KAUL & ROY (1967) trabalhando com mudas de 16 procedências de *Eucalyptus camaldulensis*, encontraram correlações entre a concentração de clorofila e o índice de sobrevivência e ainda com o índice de precipitação do local de origem das procedências.

KHARLAMOVA (1980) mostrou que existe diferença nas concentrações de clorofila **a** e **b** em diferentes procedências de *Pinus sylvestris*.

Estudando clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* produzidas por estacas e micropropagadas, INOUE *et al* (1990) encontraram pequena variação entre clones estudados. Encontraram diferença significativa na concentração de clorofila, tanto para clorofila **a** como para clorofila **b**, onde as plantas de estacas foram superiores às plantas micropropagadas. Para as estacas, observou-se quatro vezes a concentração de clorofila **a** do que nas plantas micropropagadas, a concentração de clorofila **b** em estacas foi superior três vezes a concentração encontrada nas plantas micropropagadas, para ambos os clones estudados.

2.3.1.1. Métodos de extração da clorofila

Normalmente a clorofila pode ser extraída usando acetona, metanol e outros solventes hidro-solúveis. Também muitas equações foram utilizadas para calcular a concentração da clorofila, baseados no coeficiente de absorção. Estes métodos são trabalhosos requerendo a maceração do tecido.

O uso do dimetilsulfóxido (DMSO) para a extração de pigmentos em algas foi

proposto por SEELEY *et al.* (1972) e SHOAF & LIUM (1976) e a extração da clorofila sem maceração do tecido foi descrita por HILCOX & ISRAELSTAM (1979).

Todas as equações propostas para determinar os pigmentos extraídos com o DMSO foram consideradas inadequadas, conforme reporta CARVALHO (1996), mas BARNES *et al.* (1992) reavaliaram o processo de extração e propuseram uma equação para calcular a concentração individual da clorofila a, b e total (a+b) utilizando o DMSO. A maioria dos estudos sobre a utilização do DMSO se refere a líquens, algas e plantas arbóreas de zonas temperadas. PAULILO *et al.* (1994) mostraram a efetividade deste processo em *Qualea grandiflora*, na determinação do conteúdo de clorofila nos cotilédones e nas primeiras folhas de plantas submetidas à alta intensidade luminosa e transferidas para condições de baixa intensidade de luz.

2.3.2. Peso específico foliar e área específica foliar

No caso específico de grevilea, não foi encontrado, na literatura consultada, trabalhos que reportassem estudos a respeito de peso específico foliar (PEF) ou área específica foliar (AEF). Os trabalhos encontrados referem-se a espécies do gênero *Eucalyptus*, *Pinus* e algumas outras espécies importantes da Europa, Ásia, África e América do Norte.

Do mesmo modo que a clorofila, o PEF e a AEF passaram a ser estudados em espécies florestais mais recentemente. Antes, estes estudos eram dirigidos na maioria das vezes em espécies agrícolas.

A área foliar é uma das variáveis importante no crescimento e desenvolvimento de uma floresta. A determinação da mesma é primordial para os estudos ecofisiológicos tais como, análise do crescimento, fotossíntese e medidas de transpiração (CALDAS *et al.*, 1992).

CARVALHO (1996) afirma que o PEF e a AEF e peso de matéria seca da planta, são variáveis de importância para o estudo da capacidade de adaptação a certos níveis da luminosidade ambiental.

Cultivares de algodão com alto peso específico foliar (folhas mais espessas), possuem maior condutividade e maior nível de clorofila, especialmente a clorofila b. Entre-

tanto, a taxa de troca carbônica, para as mesmas cultivares, aparentemente mostrou-se inconsistente, podendo ser relacionada mais com a área foliar do que com o PEF (BHARDWAJ & SINGH 1988).

SINGH *et al.* (1987), estudando características de crescimento e características fisiológicas em variedades de cana de açúcar, sugeriram que a produtividade pode ser aumentada através do melhoramento da taxa de assimilatória líquida e do índice da área foliar.

INOUE *et al.* (1990), estudando o efeito da poluição em *Ligustrum iucidium* (alfineiro), concluíram que a poluição acarretou uma redução de 50% da capacidade fotossintética das árvores, assim como a redução de 15% no tamanho das folhas.

KIMURA (1992), estudando acículas de *Pinus thunbergii* constatou que existem diferenças no PEF nas diferentes estações do ano. No caso, houve um aumento no PEF no outono até a metade da primavera, quando, a partir deste período, o mesmo começou a diminuir. Segundo o autor, isto mostra que a espécie acumula reservas no inverno para ser utilizada na fase de crescimento que corresponde aos meses de primavera a meados do verão.

JURIK (1986), estudando o comportamento do PEF em diferentes espécies madeiras do norte dos Estados Unidos, concluiu que em todas as espécies estudadas, a área específica foliar aumenta e o peso específico foliar diminui e, na maioria das espécies estudadas, o PEF se manteve constante durante a estação de crescimento, reduzindo no outono. As folhas de sombra possuem PEF menor do que as de pleno sol.

2.3.3. Fotossíntese

Do total da radiação líquida recebida na superfície da terra, ($10,2 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$), somente uma pequena parte ($0,2 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$) que corresponde a aproximadamente a 2%, é utilizada na fotossíntese e convertida em energia química. Das radiações que chegam na terra, 44% se situam na região das radiações visíveis que são utilizadas na fotossíntese, sendo que a radiação máxima é atingida no verão e a mínima no inverno. Durante o dia a intensidade máxima de radiação solar ocorre próximo do meio dia (AWAD & CASTRO 1983).

A luz é o fator mais importante para a assimilação dos carboidratos. Aumentando-se a intensidade luminosa, as plantas atingem o ponto de compensação, no qual a captação de CO₂ pela fotossíntese se equilibra com o eliminado pela respiração, sem que ocorra permuta líquida de gás entre as folhas e a atmosfera (CONCEIÇÃO, 1977; WHATLE & WHATLE, 1982 e GALVÃO, 1986).

Entre os principais fatores que influenciam a fotossíntese, KRAMER & KOZLOWISKI (1979) mencionam a luz, temperatura, concentração de gás carbônico do ar, umidade, fertilidade do solo, fungicidas, inseticidas e as doenças.

2.3.3.1 Efeitos da temperatura baixa

A fotossíntese processa-se nas árvores dentro de um amplo intervalo de temperatura. Nas partes mais frias da zona temperada, as coníferas efetuam a fotossíntese até meados do inverno. Nessas, no inverno, ainda é encontrado o amido, enquanto que nas folhosas perenifólias este já foi usado. Isto sugere a existência da fotossíntese nas coníferas durante o inverno (KRAMER & KOZLOWISKI, 1979).

FREELAND (1944) trabalhando com diferentes espécies de *Pinus*, detectou a presença da fotossíntese em temperaturas negativas de até -6⁰C, sendo que depois disto ocorre uma interrupção da fotossíntese e posteriormente o encerramento da respiração. No início da primavera, a respiração foi incrementada antes que a fotossíntese. IVANOV & ORLOVA (1931) citado por KRAMER & KOZLOWISKI (1979), já tinham observado a ocorrência de fotossíntese em pinheiros à temperaturas de -7⁰ C, e PRINTZ (1933), também citado por KRAMER & KOZLOWISKI (1979), até -2 ou -3⁰ C. O fato de que a fotossíntese ocorra em temperaturas negativas não é surpresa, pois no inverno as folhas podem estar mais quentes que o ar que as circulam devido a radiação solar. Existem trabalhos como o de EHLERS (1915), que apontam, no inverno, temperaturas de acículas de *Pinus* 2 a 10⁰C mais elevadas do que a do ar que as circundam. Em espécies perenifólias, a capacidade fotossintética das árvores se reduz consideravelmente no inverno.

2.3.3.1 Efeitos de temperatura alta

Com CO₂ adequado e luz de elevada intensidade, a fotossíntese aumenta com o aumento da temperatura. Isto ocorre até uma certa temperatura crítica, sendo que, a partir desta temperatura crítica, a respiração continua aumentando, enquanto a fotossíntese aparente ou líquida começa a diminuir.

O mesmo fato foi detectado para o *Pinus resinosa*. (DECKER 1944) TRANQUILLINI (1955), citado por KRAMER & KOZLOWISKI (1979), trabalhando com *Pinus cembra*, constataram que a fotossíntese líquida aumentou à medida que a temperatura aumentava. Isto ocorreu até temperaturas de 10-15 °C, quando a partir desta a fotossíntese começou a diminuir e, a 35 °C, foi interrompida pois a respiração excedia à fotossíntese.

A temperaturas anormalmente altas, surge um fator “tempo”, e a fotossíntese decresce com o tempo. Quanto mais elevada é a temperatura, mais rapidamente é a queda da fotossíntese. O fator tempo reflete condições internas que podem envolver a inativação de enzimas, a acumulação de produtos sintéticos finais, ou um ritmo inconveniente da difusão do CO₂ para o interior. Este fato é provavelmente mais sério nas folhas e rebentos cortados do que em plantas intactas (KRAMER & KOZLOWISKI, 1979).

Os limites inferiores, ótimos e superiores de temperaturas para a fotossíntese são distintos em árvores para diferentes zonas climáticas. As árvores adaptadas ao frio, apresentam, freqüentemente, máxima fotossíntese a temperaturas baixas. Por exemplo, KRAMER & KOZLOWISKI (1979), cita que o *Salix glauca* na Groenlândia possui sua fotossíntese mais intensa sob luz fraca e temperatura de 0°C.

Outro fator que influencia a fotossíntese das árvores é a fertilidade do solo. A deficiência de nutrientes tem efeito direto na fotossíntese, através da redução da área foliar e pela redução da síntese de clorofila, dentre outros.

Segundo MARSCHNER (1995), vários nutrientes minerais estão diretamente ligados no transporte da cadeia de elétrons, na fotossíntese, tais como: magnésio, manganês, ferro, enxofre, cobre, e zinco. O nitrogênio e o magnésio são componentes da molécula de clorofila, e uma deficiência de qualquer um deles vai inibir automaticamente a fotossíntese.

O teor de potássio, em plantas superiores, também afeta a fotossíntese em vários níveis. O K^+ é o íon dominante para a indução da luz no fluxo de H^+ , através da membrana dos tilacoides e para o estabelecimento do gradiente de pH da transmembrana necessária para a síntese de ATP (fotofosforização), em analogia à síntese do ATP na mitocôndria (MARSCHNER, 1995).

A deficiência de ferro também afeta a fotossíntese, uma vez que ele também é necessário para a formação da clorofila. De um modo geral, o ferro possui menor efeito sobre o crescimento da folha, número de células por unidade de área, ou número de cloroplastos por célula do que sobre o tamanho dos cloroplastos e o conteúdo de proteína por cloroplasto. Os fotossistemas precisam de ferro, principalmente o fotossistema I.

SHEORAN & SINNGH (1990) relatam que os metais pesados são conhecidos por interferirem com um grande número de funções na fotossíntese, entre as quais podemos destacar os efeitos sobre: o isolamento dos cloroplastos, fotossíntese na planta inteira, condutância estomática, pigmentos fotossintéticos, aparato fotossintético e o metabolismo do carbono.

KRAMER & KOZLOWSKI (1979) trabalhando com *Aleurites fordii* (túngue), concluíram que a deficiência em cobre e zinco produzem baixo índice de fotossíntese, pois o cobre possui importante papel no transporte de elétrons, prejudicando o fluxo de energia na respiração e na fotossíntese.

A partir de 1995, com o aparecimento de equipamentos mais modernos para determinar a fotossíntese em campo, o número de trabalhos aumentou com espécies florestais brasileiras. Entre eles inclui-se o de LIMA FILHO (1995), que trabalhando com umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) afirmou que a fotossíntese e a transpiração da espécie foi drasticamente reduzida durante o período de seca quando comparado com o período chuvoso.

KRAMER & KOZLOWSKI (1979) concluíram que as plantas que apresentam elevada taxa de fotossíntese, também apresentam elevados valores de respiração. HOGAN *et al.* (1995) estudando as trocas gasosas de seis espécies tropicais pertencentes à Floresta Estacional Semidecidual, concluíram que as taxas de fotossíntese não apresentaram relação com a forma da folha, área foliar ou estacionalidade (folhas perenes ou decíduas).

A maior capacidade fotossintética foi observadas sob condições medianas de

sombreamento, e não em plena luz, como demonstrado em plântulas de *Cedrela fissilis*, por SOUZA (1981).

Existem diferenças significativas para a taxa de fotossíntese entre diferentes procedências de *Pinus contorta* Dougl., com um ano de idade (SWEET & WAREING, 1968). O mesmo autor também relata a existência de correlação negativa entre a fotossíntese e o peso total das plantas, altura e peso seco das folhas.

2.4. ASPECTOS NUTRICIONAIS

Não foram encontradas informações relativos aos aspectos nutricionais para a espécie, principalmente no que se refere à caracterização de nutrientes nas folhas, ciclagem bioquímica e biogeoquímica.

2.4.1. Concentração de nutrientes na folha

As folhas são o compartimento arbóreo mais estudado e que melhor expressa o estado nutricional das plantas (KRAMER & KOSLOWSKI, 1979). Entre os fatores que interferem nos resultados da análise foliar incluem-se a posição da amostra na copa, o tipo de solo e espécie, idade da planta, época do ano, estadio fisiológico da folha e a mobilidade do elemento analisado na planta (REISSMANN, 1976; BELLOTE, 1979; FERREIRA, 1989 e MARSCHNER, 1995).

Os nutrientes apresentam uma distribuição vertical diferenciada na copa da planta, e esta distribuição está relacionada com a capacidade de movimentação de cada nutriente e a qualidade do sítio (DIETRICH 1976 e HILDEBRAND *et al.* 1976).

O N, P, K e Mg são considerados móveis na planta e o Ca, Cu, Fe, Mn e Zn são imóveis, não ocorrendo praticamente translocação para as partes mais novas da planta. Normalmente, os elementos considerados móveis se acumulam mais nos tecidos jovens, enquanto que os elementos imóveis tendem a acumular-se nos tecidos mais velhos. O Ca e o K são dois elementos que representam com bastante fidelidade estes dois grupos. O Ca, mais suprido pelo fluxo de massa participa da formação da folha, mas continua sendo fornecido e acumulado a medida que a planta transpira e envelhece, isto se deve ao fato do

mesmo ser imóvel e não poder ser retranslocado para as partes mais novas. O K, elemento móvel, é absorvido predominantemente por difusão e transloca das folhas mais velhas para as mais novas por motivos de deficiência ou senescência da mesma. A idade da folha, e não apenas as características do elemento é importante na determinação das condições nutricionais da planta e, como consequência, as condições de sítio. AMBERGER (1979) e LEAF (1973) recomendam a formação da amostra a partir de folhas maduras do ano, pois as mesmas refletem melhor o estado nutricional da árvore.

Pelo exposto, quando da coleta de folhas para caracterização do estado nutricional da planta, o estágio fisiológico da folha a ser amostrada deverá ser em função do nutriente monitorado. Neste caso, o uso de folhas novas é aconselhável somente para nutrientes com redistribuição limitada como o Ca, S e Mn, devido aos sintomas destes elementos manifestarem-se primeiro nas regiões de crescimento ativo da planta. As folhas maduras, fisiologicamente ativas, são recomendadas para a determinação das concentrações dos nutrientes de N, P, K e Mg, por serem elementos móveis na planta com sintomas de deficiência manifestando-se primeiro nas folhas velhas (MENGEL & KIRBY, 1982).

2.4.2. Ciclagem de nutrientes

A eliminação das florestas pela exploração agrícola e pecuária rompe com um sistema equilibrado de circulação de nutrientes entre o solo e a planta. O desmatamento provoca alterações nas propriedades físicas e químicas do solo, acompanhado pela perda da produtividade, em razão da aceleração dos processos de erosão, resultando numa vegetação apresentando reduzido crescimento e acúmulo de biomassa e ocorrência de espécies de baixo valor comercial.

As árvores, por possuírem extenso sistema radicular, retiram nutrientes de áreas mais profundas do solo e, através da deposição da serapilheira, ajudam na conservação e recuperação das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Segundo FASSBENDER (1984), a presença de árvores melhora a estrutura do solo, aumenta a disponibilidade de água e nutrientes. Esses fatos caracterizam a necessidade de informações silviculturais para o manejo de qualquer espécie florestal demandando o conhecimento de relações solo-planta.

Entre diversos autores que avaliaram a capacidade de diferentes espécies florestais em proporcionar alterações desejáveis no solo, pode-se citar FISHER (1995), estudando plantios com três anos de idade, chega as seguintes conclusões:

1) As espécies *Inga edulis*, *Acacia mangium* e *Virola koschnyi* aumentaram o conteúdo de N total do solo.

2) *Virola koschnyi*, *Stryphnodendron microstackyum*, *Vochysia guatemalensis* e *V. ferruginea*, *Pithecellobium macradenium* e *Pentaclethra macroloba* diminuíram a densidade do solo. O pH diminuiu nos solos sob *Pinus tecumumanii* e aumentou nos solos com *Gmelina arborea*. *Vochysia guatemalensis* aumentou os teores de C, P e K do solo, enquanto *Vochysia ferruginea* os de C e K. *Virola koschnyi* aumentou os de P e K. Os teores de Ca e K do solo foram aumentados pela espécie *Pithecellobium macradenium*, enquanto que *Stryphnodendron microstackyum* aumentou o de K. Nenhuma espécie promoveu o aumento significativo para o Mg. Apenas *Virola koschnyi*, *Vochysia guatemalensis*, *Vochysia ferruginea* e *Pentaclethra macroloba*, mostraram tendência de aumento deste elemento, enquanto que *Stryphnodendron microstackyum*, *Pithecellobium macradenium* e *Hieronyma alchorneoides* apresentaram tendência de diminuição.

3) *Virola koschnyi*, *Vochysia guatemalensis* e *Pithecellobium macradenium*, por apresentar sistemas radicular profundo possivelmente transportaram nutrientes das camadas inferiores para a superfície do solo.

4) Aumento no teor de umidade do solo, foram observadas onde as árvores apresentavam dossel fechado. Provavelmente o aumento do conteúdo de umidade do solo observando nos solos com árvores, favoreça o aumento das atividades da flora e fauna dos mesmos.

O processo de ciclagem de nutrientes nos ecossistemas florestais pode ser caracterizado, de acordo com ZWITZER & NELSON (1992), em três tipos:

2.4.2.1. Ciclo geoquímico

Refere-se a entrada e saída de elementos minerais entre os diversos ecossistemas florestais. As principais contribuições devem-se ao intemperismo da rocha matriz, à precipitação, à fixação simbiótica e não simbiótica de nitrogênio e à aplicação de

fertilizantes. As saídas ocorrem pela lixiviação, erosão, volatilização e a própria exploração florestal.(REIS & BARROS, 1990).

O nitrogênio, elemento requerido em grande quantidade pelas árvores, é fornecido basicamente pelo processo de fixação simbiótica e não simbiótica e das quantidades de N-NH₄ e N-NO₃ existente nas chuvas (TAMM *et al.*, 1974).

A simbiose entre árvores da família leguminosa e bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, possibilitam a fixação do nitrogênio atmosférico, através de nódulos formados em seu sistema radicular, aumentando, desta maneira, o suprimento no solo. MENDES FILHO *et al.*(1981) relatam que a *Mimosa scabrella* é uma espécie capaz de fixar o N atmosférico, através da simbiose que ocorre nos nódulos da bactéria do gênero *Rhizobium* situados nas raízes mais superficiais da planta.

Quanto à fixação não simbiótica, poucos são os organismos fixadores em solos brasileiros. Isto é devido aos mesmos serem geralmente ácidos. MALAVOLTA (1981) relata que a fixação não simbiótica que ocorre na camada da rizosfera fica por conta das bactérias do gênero *Beijerinckia* e *Azotobacter*. Esta segunda ocorre em solos com pH próximo à neutralidade.

O uso de fertilizantes é a forma mais rápida de aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo. Diversos autores relatam respostas positivas, de espécies de *Eucalyptus*, a aplicação de fertilizantes em solos de baixa fertilidade.

STAPE & ZANI FILHO (1990) relatam o efeito de diferentes tipos de adubação em *Eucalyptus grandis* em Itirapina/SP,. Três anos após o plantio, aumentos na produtividade florestal, em relação à testemunha, foram de 25% para as parcelas adubadas com cinza de caldeira, 82% para as parcelas adubadas com N + K e 36% para parcelas adubadas com P.

DRUMOND *et al.* (1993) estudando diferentes dosagens de P em *Eucalyptus urophylla* até aos 12 meses de idade, concluíram que na dosagem de 60 g de P₂ O₅/cova, aumentou a altura e diâmetro de 3 e 2,5 vezes, respectivamente, em relação as demais dosagens aplicadas.

As saídas dos nutrientes dos ecossistemas ocorrem devido à exploração florestal, incêndios, erosão provocada pelas pesadas chuvas. POGGIANI *et al.* (1983) monitoraram os efeitos da remoção da biomassa e de nutrientes em plantios de *Eucalyptus grandis*, e concluíram que a remoção de folhas, cascas e galhos deveriam ser evitados. Isto devido à

elevada extração de nutrientes provocados pela exploração destes componentes das árvores. A biomassa total é composta de 9% de folhas com 37% dos nutrientes, 7% de galhos com 10% dos nutrientes e 83% de tronco com 53% dos nutrientes.

2.4.2.2. Ciclo biogeoquímico

Refere-se ao processo de transferência dos nutrientes dentro do sistema planta-solo e é o mais fácil de ser manejado. Em solos fracos, de baixa fertilidade, a correção da fertilidade tem sido conseguida com certa rapidez através da adubação química, resultando em ganhos de produtividade consideráveis (MELLO *et al.*, 1961).

O processo tem início com a absorção dos elementos através das raízes, isto após a decomposição da serapilheira e do escoamento através do tronco e diferentes compartimentos da planta, retornando ao solo, via serapilheira (REIS & BARROS, 1990).

A deposição de material através da serapilheira é uma das principais formas de transferência de nutrientes nos ecossistemas florestais, sendo parte fundamental do ciclo biogeoquímico (POGGIANI & MONTEIRO JUNIOR, 1990).

Considerando-se a diversidade existente nos ambientes, os ecossistemas apresentam diferentes produções de serapilheira, que ao se incorporarem ao solo, devolvem a maior parte dos nutrientes absorvidos pelas árvores. A porcentagem de reposição de serapilheira varia de acordo com a espécie, local e idade do povoamento (HAAG, 1985).

Comparações da quantidade ou concentrações de nutrientes existentes nas árvores e na serapilheira podem fornecer uma idéia da estratégia predominante de ciclagem de diferentes espécies florestais. FERRI (1974) e MARINO *et al.* (1980) definem como serapilheira, o conjunto de detritos de origem vegetal que se acumula sobre o solo. Em inglês, todos estes detritos são conhecidos como "litter". BRY & GORDHAN (1964) classifica a serapilheira com sendo: 1) serapilheira fina, representada por folhas, restantes de flores, frutos ou sementes, inflorescências, gravetos finos e cascas e que correspondem com 60 a 80% do total. 2) serapilheira grossa, sendo formada basicamente por galhos e troncos.

Para REISSMANN (1982), a serapilheira corresponde ao acúmulo de resíduos orgânicos em diferentes estágios de decomposição, onde uma grande quantidade de raízes finas e vivas estão concentradas com o objetivo de absorverem nutrientes.

Segundo MASON (1980), a decomposição da serapilheira é caracterizada por três processos que ocorrem simultaneamente (MASON 1980). O primeiro processo é a lixiviação, provocada pela perda de matéria solúvel do detrito pela ação da água da chuva. O intemperismo e a ruptura mecânica dos detritos por qualquer ação física seria o segundo processo. Finalmente, ocorre a ação biológica de microorganismos vivos, fragmentando e disponibilizando para as raízes das árvores os nutrientes existentes na serapilheira, e o último processo é o conhecido como mineralização, envolve microorganismos como as bactérias, fungos, nematoides, cupins, formigas, minhocas e outros (FASSBENDER & BORNEMISZA, 1994).

SCHUMACHER (1992), estudando a deposição de serapilheira em uma população de *Eucalyptus camaldulensis* com 7 anos de idade, concluiu que o mesmo estaria depositando cerca de 7,2 t/ha. ano de serapilheira, com um conteúdo de 65,1 Kg de N; 2,7 Kg de P; 28,3 Kg de K; 74,4 Kg de Ca e 11,9 Kg de Mg. O mesmo autor relata no mesmo trabalho, quantidades de serapilheira e conteúdo de macronutriente em populações de *Eucalyptus grandis* e *E. torelliana*. Os montantes apresentados foram de 3,1 t/ha. ano de serapilheira, com um conteúdo de 24 Kg de N; 1 Kg de P; 12,3 Kg de K; 23,6 Kg de Ca e 6,1 Kg de Mg. para o *E. grandis*, enquanto, para o *E. torelliana*, a serapilheira depositada foi de 5,8 t/ha. ano, sendo seu conteúdo de 67,2 Kg de N; 3,1 Kg de P; 43,7 Kg de K; 43,6 Kg de Ca e 12,3 Kg de Mg.

2.4.2.3. Ciclo bioquímico.

Este processo refere-se, dentre outros, à translocação de nutrientes dos órgão senescentes, especialmente folhas, antes de entrarem em abscisão. A diferenciação da madeira em cerne e alburno, também, é acompanhada da translocação de nutrientes, bem como a movimentação de nutrientes dos locais de armazenamento dentro das plantas, para os tecidos jovens em processo de crescimento.

Segundo MARSCHNER *et al.* (1997), muitas vezes o transporte dos nutrientes nas plantas é considerado como sendo somente em um sentido, ou seja, da raiz até as partes aéreas via xilema. Entretanto, o inverso também pode ocorrer através da fertilização foliar com SO_4 ou NH_3 depositados nas folhas e transportados via floema para as raízes. Este

ciclo é descrito pelos citados autores como : raiz → xilema → tecido da parte aérea → floema → raiz.

O processo bioquímico depende principalmente da mobilidade dos elementos na planta (MENGEL & KIRKBY, 1982 e MALAVOLTA & MALAVOLTA, 1989). Em algumas espécies, quando as folhas estão em fase senescente, grande parte dos elementos móveis nas plantas são retranslocados para as partes novas e em crescimento ativo, como acontece em *Eucalyptus*, citado por ASHTON (1975) e (1976), ATTWILL *et al.* (1978), afirmam para que o N e P são retranslocados mais de 50% do conteúdo necessário para assegurar o crescimento da planta.

A ciclagem interna em povoamentos maduros pode fornecer quase todos os nutrientes necessários para o crescimento anual das árvores, sendo que estas já devem ter acumulado quantidades suficientes na sua fase juvenil (FERREIRA *et al.* 1989).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Dois testes de procedências, pertencentes à rede experimental da EMBRAPA-Florestas, foram analisadas no presente trabalho. O primeiro foi instalado no Município de Nova Esperança, Noroeste do Estado do Paraná e o segundo, no Município de Quedas do Iguaçu, Sudoeste do mesmo Estado (Figura 1). Detalhes da localização, dos tratamentos e implantação desses experimentos são apresentados a seguir.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS

3.1.1 Nova Esperança

A primeira área experimental, incluída neste trabalho, foi implantada em Nova Esperança, PR município localizado na latitude de 23°10'S, longitude de 52°28'W, altitude de 310 m. A precipitação média anual é de 1193 mm, distribuídas com maior intensidade nos meses de primavera e verão. No outono e inverno, as estações são caracterizadas por períodos de estiagens, chegando a provocar “deficit” hídrico. A temperatura média anual para o município é de 26,12°C, sendo que geadas esporádicas podem ser observadas. A área é plana e foi anteriormente ocupada por plantio de eucaliptos, e os tocos removidos por lamina “bull-dozer”, provocando a remoção da camada orgânica superficial. O solo é derivado do arenito Caiuá, pertencente a classe dos Latossolos Vermelho-Amarelo, que se caracteriza por apresentar baixa fertilidade natural, teores mínimos de matéria orgânica e alta suscetibilidade à erosão (CARDOSO *et al.*, 1975).

O teste de procedência foi implantado nos dias 22 à 26/03/93 em área da COCAMAR (Cooperativa dos Cafeicultores e Pecuáristas de Maringá Ltda.), na fazenda Esperança I, Gleba Atalaia.

3.1.2 Quedas do Iguaçu

A segunda área experimental foi implantada no Município de Quedas do Iguaçu, PR tendo como coordenadas a latitude de 25°31'S, longitude de 53°01'W. A altitude local é de

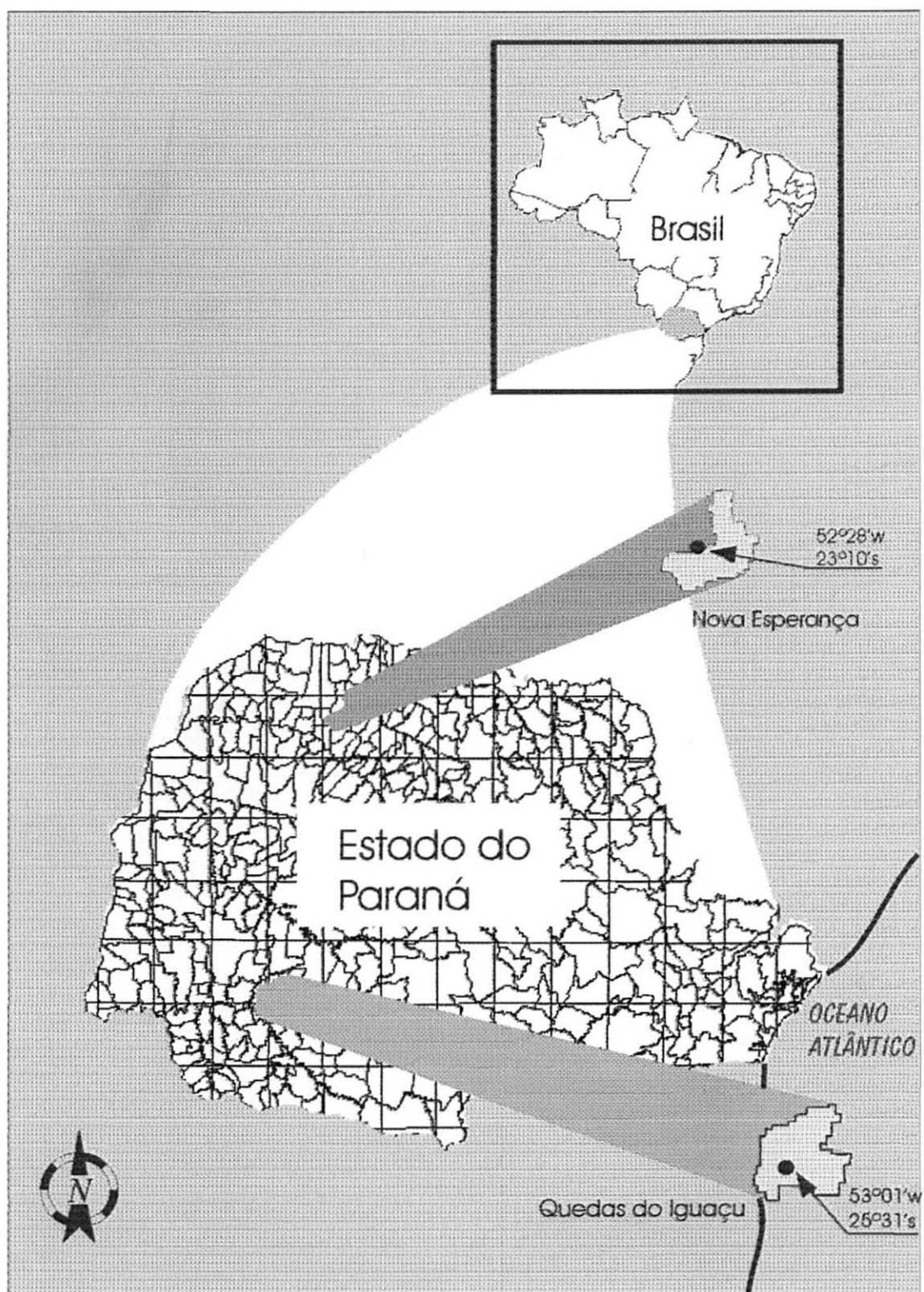


FIGURA 1. Localização dos Municípios de Nova Esperança e Quedas do Iguaçu no Estado do Paraná.

513 m, com precipitação média anual de 2029 mm, uniformemente distribuídas. A temperatura média anual é de 20,16°C, com presença de geadas no inverno.

A área pertence a ARAUPEL S/A e o teste foi implantado nos dias 10 a 13 /05/93, sendo a mesma anteriormente ocupada por capoeira, foi preparada com arado e grade, sem aplicação de corretivos ou fertilizantes.

Como na área de Quedas do Iguaçu, envolve experimentos relacionados a caracterização de macro e micronutrientes existentes nas folhas verdes e serapilheira, uma coleta de amostra foi realizada diretamente nas parcelas das procedências escolhidas, visando identificar as condições de fertilidade do mesmo. A análise de solo foi realizada no laboratório de solos da EMBRAPA-Florestas, apresentando as seguintes características químicas (Tabela 1).

TABELA 1. Características químicas do solo em Quedas do Iguaçu, PR. (Média de quatro amostras por procedência)

Procedência Nº	pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
	CaCl	mg/dm		Cmol/dm				mg/kg		
619	4,28	2	0,20	0,83	0,31	2,7	122	141	19	8
694	4,41	4	0,28	1,43	0,38	2,1	88	130	18	8
111	4,32	2	0,16	1,06	0,37	2,3	118	102	20	6
699	4,21	3	0,14	0,86	0,28	2,8	100	109	20	6

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS PROCEDÊNCIAS USADAS NOS EXPERIMENTOS

Foram utilizadas 20 procedências australianas, com distribuição nas áreas costeiras dos Estados de New South Walles e Queensland (Figura 2).

Para comparação com as procedências australianas, foi incluído como testemunha, material propagativo utilizado comercialmente na região de Maringá, PR. As características de origem das procedências introduzidas, são apresentadas na Tabela 2.

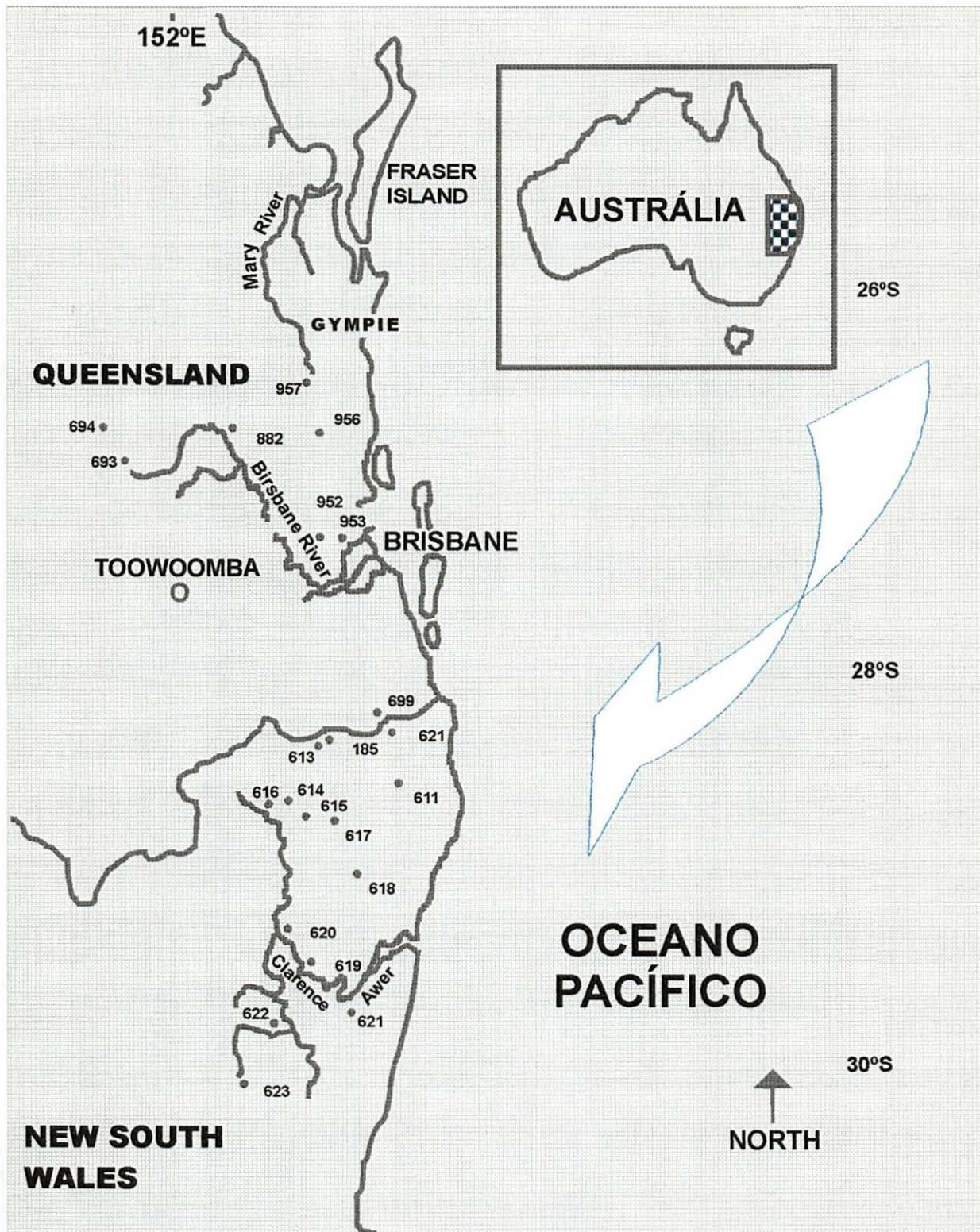


FIGURA 2. Distribuição natural, locais de coleta e números de referência das procedências de grevilea na Austrália.

TABELA 2. Características de origem das procedências de grevilea utilizadas no estudo.

Referência (n ^o)	Procedência	Latitude (^o S)	Longitude (^o W)	Altitude (m)	Número de Árvores
616	Paddys Flat, (NSW) *	28 ^o 44'	152 ^o 26'	180	1
953	Samford, (QLD) *	27 ^o 20'	152 ^o 50'	60	7
882	Wallaby Creek, (QLD) *	26 ^o 55'	152 ^o 55'	120	15
185	Woodembong (QLD)	28 ^o 26'	152 ^o 45'	200	11
611	Tyalgum (QLD)	28 ^o 22'	153 ^o 11'	80	4
612	Nimbin (NSW)	28 ^o 38'	153 ^o 13'	50	1
614	Duck Creek (NSW)	28 ^o 43'	152 ^o 33'	20	4
615	Bottle Creek (NSW)	28 ^o 48'	152 ^o 39'	200	2
957	Imbil (QLD)	26 ^o 29'	152 ^o 37'	100	10
617	Mummulgum (NSW)	28 ^o 50'	152 ^o 49'	100	2
618	Rapville (NSW)	29 ^o 07'	152 ^o 58'	40	5
619	Fine Flower (NSW)	29 ^o 33'	152 ^o 40'	60	4
620	Mann River (NSW)	29 ^o 24'	152 ^o 29'	60	4
621	McPhersons (NSW)	29 ^o 48'	152 ^o 57'	40	2
622	Boyd River (NSW)	29 ^o 53'	152 ^o 27'	200	11
693	Bunya MT (QLD)	29 ^o 33'	152 ^o 40'	60	4
694	Porters Gap (QLD)	26 ^o 45'	151 ^o 30'	680	10
699	Albert R. (QLD)	27 ^o 19'	152 ^o 40'	70	10
952	Wivenhoe (QLD)	27 ^o 19'	152 ^o 40'	70	10
956	Conodale (QLD)	26 ^o 44'	152 ^o 43'	150	10
111	Maringá (PR)	23 ^o 25'	51 ^o 57'	550	Desconhecido

(NSW) Estado de New South Wales, Austrália

(QLD) Estado de Queensland, Austrália

* Procedências não utilizadas no teste conduzido na região de Quedas do Iguaçu

(PR) Estado do Paraná, Brasil

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os testes de procedências foram instalados em blocos ao acaso, em parcelas retangulares com seis plantas, no espaçamento de 3 m x 3 m, com quinze repetições.

Tanto em Nova Esperança, PR quanto em Quedas do Iguaçu, PR as avaliações anuais constaram de medições de altura e DAP (diâmetro do tronco a 1,3 m de altura do solo) até o terceiro e quarto anos após o plantio, respectivamente.

A análise de variância para se determinar o efeito das procedências no desempenho da grevilea consistiu na comparação de médias, visando o acompanhamento das tendências de suas hierarquias ao longo dos anos. Para se testar a consistência do crescimento das procedências, tanto em altura, quanto em diâmetro, em relação às demais, ao longo dos anos, foram estimadas as correlações lineares simples de suas médias.

Para o terceiro ano, em Nova Esperança, e quarto ano, em Quedas do Iguaçu, foi analisado o volume cilíndrico, utilizando como ferramenta a Seleção Genética Computadorizada - SELEGEN (RESENDE, *et al.* 1994 e RESENDE & OLIVEIRA, 1997). Este processo visou selecionar a melhor procedência para cada região, avaliou o

ganho genético pela transformação das áreas em Pomares de Sementes por Mudas e também, a seleção individual para a implantação de Pomares Clonais, estimando respectivamente, o ganho genético para cada região estudada.

Segundo RESENDE (1999), o modelo linear associado à avaliação de p procedências no delineamento de blocos ao acaso com b repetições e n plantas por parcela equivale a:

$$Y_{ijk} = \mu + p_i + b_j + e_{ij} + d_{ijk} \text{ onde:}$$

Y_{ijk} - observação do indivíduo ijk

μ - média geral, fixa.

p_i - efeito da procedência i , aleatório.

b_j - efeito do bloco j , fixo.

e_{ij} - efeito da parcela ij , aleatório.

d_{ijk} - efeito do indivíduo k dentro da parcela ij , aleatório.

No caso, o índice multi-efeitos equivale a:

$$I = b_1 d_{ijk} + b_2 e_{ij} + b_3 p_i$$

$$I = VG = b_1 (VI - MP) + b_2 (MP - MPr - MB + MG) + b_3 (MPr - MG) \text{ onde:}$$

VI , MP , MB , MPr e MG , representam, respectivamente, o valor individual, média da parcela, média de bloco, média da procedência e média geral.

$$b_1 = [(1-r)h^2] / [1-rh^2-c^2]$$

$$b_2 = [(1-r)h^2] / [1 + (n-1)c^2 - rh^2]$$

$$b_3 = [1 + (nb - 1)r]h^2 / [1 + (n - 1)(rh^2 + c^2) + (b - 1)nrh^2] \text{ onde:}$$

r , h^2 , c^2 , n e b representam (h^2_E / h^2) , $(h^2_E + h^2_D)$, $(\sigma^2_E / \sigma^2_F)$, número de indivíduos e de blocos, respectivamente.

h^2_E , h^2_D , h^2 e c^2 = herdabilidade entre procedências, herdabilidade dentro de procedências, herdabilidade total e correlação de ambiente comum da parcela, respectivamente, todos ao nível de indivíduos.

Assim, para uma avaliação genética completa necessita-se dos parâmetros h^2_E , h^2_D , c^2 e MP , sendo que h^2_E e c^2 podem ser calculados com base nos dados do próprio experimento. O valor de h^2_D necessita ser conhecido previamente ou obtido de um outro teste de progênie ou mesmo de literatura. O parâmetro r neste caso é fornecido por h^2_E / h^2 .

No presente trabalho, utilizou-se $h^2 = 0,20$, valor sugerido por RESENDE (comunicação pessoal).

Os volumes das procedências foram corrigidos para determinação do ganho genético, seguindo fórmula descrita na metodologia de RESENDE (1999).

$$V_{mc} = (1 - 1/F) V_{Proc} + 1/F \times V_{mg}$$

V_{mc} - Volume médio da procedência corrigido

F - Valor de F na análise de variância

V_{Proc} - Volume médio da procedência à ser corrigido

V_{mg} - Volume médio do experimento

As variáveis fisiológicas e nutricionais, tanto nas folhas verdes como na serapilheira, foram amostradas de quatro procedências, envolvendo quatro repetições por época e quatro épocas diferentes, procurando-se incluir nas épocas as diferentes estações do ano, como pode ser observado na Tabela 3.

A primeira amostragem das variáveis de crescimento foi executada no dia 06/11/96, tendo sido implantados os coletores de serapilheira. As demais amostragens seguiram o cronograma, conforme a Tabela 3.

TABELA 3. Época de medição e coleta de amostras das variáveis fisiológicas e nutricionais.

Época	Estação climáticas
1	Verão
2	Outono
3	Inverno
4	Primavera.

A análise estatística não paramétrica foi utilizada para as variáveis fisiológicas, (clorofilas, AEF, PEF e fotossíntese) e nutricionais, (macro e micronutrientes nas folhas verdes e serapilheira). A análise de variância consistiu no teste de Friedman (X^2 de Friedman) ao nível de significância de, no mínimo 95%. A comparação entre médias foi feita seguindo a metodologia de “comparações múltiplas” apresentada por CAMPOS

(1983). e SIEGEL (1979).

A relação entre as variáveis fisiológicas e as variáveis de crescimento, (incremento em altura, DAP e volume) foi analisada pelo teste de correlação de Spearman.

3.4 ESCOLHA DAS PROCEDÊNCIAS PARA AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS EM QUEDAS DO IGUAÇU, PR

O critério para eleição das procedências para integrarem a amostragem destinada a avaliar as variáveis fisiológicas e nutricionais foi o volume cilíndrico médio apresentado pelas procedências no teste instalado em Quedas do Iguaçu, PR. Compuseram a amostra a procedência com maior volume, a com volume próximo da média do experimento, a testemunha e a com menor volume cilíndrico. Esta escolha foi efetuada quando as plantas completaram três anos de idade.

De acordo com a tabela 4, a primeira procedência escolhida foi a 619, que apresentou o maior volume ($0,0492 \text{ m}^3$). A procedência 699 com menor volume cilíndrico acumulado, ($0,0151 \text{ m}^3$) foi a segunda escolhida. A terceira procedência foi a testemunha ($0,0164 \text{ m}^3$). A quarta procedência escolhida foi aquela cujo volume era próximo da média entre o volume apresentado pela procedência de maior e a de menor desenvolvimento. Neste caso, a escolha recaiu sobre a procedência 694, cujo volume foi de, $0,0309 \text{ m}^3$.

TABELA 4. Relação das procedências, baseando-se no volume cilíndrico total, em plantas de três anos de idade, em Quedas do Iguaçu, PR.

Procedência N ^o	Altura (m)	Diâmetro (DAP) (cm)	Volume cilíndrico (m ³)
619	7,09711	9,39362	0,049186
615	7,23989	9,07384	0,046817
622	7,30378	9,15402	0,048069
617	6,98533	9,19694	0,046405
618	6,61167	9,16426	0,043611
614	7,01367	8,49104	0,039715
620	6,78811	8,56874	0,039145
611	6,96456	8,40088	0,038604
621	6,60311	8,80842	0,040238
612	7,13633	8,52874	0,04077
693	7,37733	8,21749	0,039126
957	6,53500	8,23261	0,034787
694	6,40289	7,83391	0,030862
956	6,76656	7,27611	0,028136
185	6,05544	6,82068	0,022125
952	5,86300	5,87160	0,015875
111	5,13256	6,36971	0,016356
699	5,53344	5,90064	0,015132

3.5 AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E NUTRICIONAIS EM QUEDAS DO IGUAÇU, PR

Devido à grande variação entre blocos, no que diz respeito à sobrevivência das diferentes procedências, a escolha dos melhores blocos e das melhores parcelas se fez necessário. Deste modo, levou-se em consideração as médias de volume cilíndrico dos blocos e sobrevivência de plantas nas parcelas, procurando-se selecionar os mais homogêneos. Seguindo estes critérios estabelecidos, foi possível escolher os blocos três, seis, sete e dês (Tabela 5). Estes blocos, além de homogêneos quanto ao desenvolvimento volumétrico, apresentaram o mesmo índice de sobrevivência, ou seja, 95,37%.

Escolheram-se, ainda, três indivíduos de maior porte em cada parcela, devido à capacidade de extração e determinação da clorofila e, também, à capacidade de leitura do aparelho medidor da fotossíntese. O número de árvores amostradas e analisadas totalizaram 48, indivíduos, distribuídos em quatro procedências e quatro blocos.

TABELA 5 Relação dos blocos contendo o volume cilíndrico total e a porcentagem de sobrevivência.

Bloco N ^o	Volume cilíndrico (m ³)	Número de plantas por bloco	Sobrevivência (%)
2	0,05201	94	87,04
9	0,04883	104	96,30
8	0,04881	105	97,22
7	0,04740	103	95,37
10	0,04624	103	95,37
3	0,04621	103	95,37
11	0,04478	100	92,59
6	0,04457	103	95,37
5	0,04428	94	87,04
12	0,04291	98	90,74
1	0,04062	94	87,04
4	0,03974	95	87,96
13	0,03919	88	81,48
14	0,03903	94	87,04
15	0,02426	75	69,44

3.6 CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA A, B, TOTAL E RELAÇÃO CLOROFILA A/B

De cada uma das três árvores da parcela amostrada, foram retiradas duas folhas maduras, situadas na periferia do terço médio da copa e localizadas no quadrante norte-nordeste. As seis folhas, (formando uma amostra composta por parcela), foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para o laboratório em caixa de isopor com gelo.

No laboratório, cinco amostras obtidas das seis folhas misturadas, representando uma parcela, foram usadas para a extração da clorofila. O peso de cada amostra variou de 20 a 30 mg. As amostras, posteriormente, foram colocadas em tubos de vidro, recebendo cada uma, 5 ml de DMSO (Dimetilsulfóxido, 99% de pureza). Todos os tubos, após serem tampados com rolha de borracha, foram levados a banho maria com água pré-aquecida a 65 °C por um período de aproximadamente duas horas. Os tubos foram agitados manualmente e o processo de extração foi completado quando as folhas se tornaram transparentes num exame visual. A absorvância dos extratos foi medida em espectrofotômetro digital da marca Micronal, modelo B342 II, em faixas de comprimento de onda de 648 nm e 665 nm. Para o cálculo da concentração de clorofila, utilizou-se a

fórmula de BARNES *et al.* (1992).

A concentração da clorofila foi determinada em relação ao peso fresco da folha ($\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$). Este processo foi repetido durante um ano em períodos pré-estipulados, (Tabela 3) com o objetivo de observar a variação sazonal da concentração de clorofila entre as procedências e sua relação com o crescimento das árvores.

3.7 DETERMINAÇÃO DO PESO ESPECÍFICO FOLIAR E ÁREA ESPECÍFICA

Para a determinação do peso específico PEF e da área específica AEF, foram também, retiradas, de cada árvore, seis folhas maduras, situadas no terço médio da copa e no quadrante norte-nordeste. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e transportadas para o laboratório em isopor com gelo.

No laboratório, de cada amostra coletada, foi retirado um folíolo de cada folha formando três amostras compostas contendo seis folíolos. Estes, representando uma árvore, foram medidos por três vezes em aparelho medidor de área foliar marca LI-COR, modelo LI 3050A, para se determinar a sua área média. Posteriormente, foram colocados em estufa a 65°C por um período de 3 dias. Após a secagem, os mesmos foram pesados e os resultados obtidos foram utilizados para se determinar o PEF e a AEF. A AEF foi determinada em $\text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ e o PEF determinado em $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$. Este processo foi repetido durante o ano, em períodos pré determinados, conforme Tabela 3, visando-se determinar a variação sazonal do PEF e da AEF entre as procedências.

3.8 DETERMINAÇÃO DA FOTOSÍNTESE

Para a determinação da fotossíntese, foi utilizado um aparelho portátil da marca LI-COR modelo LI-6200. Para cada árvore da parcela, foi utilizada uma folha escolhida ao acaso, programando-se o aparelho para efetuar três leituras. Este processo foi efetuado entre as 9:00 e 16:00 horas, em uma faixa de radiação entre 1400 e 1600 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, durante os quatro períodos estipulados na Tabela 3.

3.9 COLETA DE AMOSTRAS DE FOLHAS

Para formar a amostra de folhas, foram retiradas duas folhas maduras de cada árvore, escolhida de cada procedência existente em cada bloco, na face nordeste, nas bordas do terço médio da copa, somando um total de seis folhas por parcela. Estas amostras compostas foram transportadas em isopor contendo gelo, até o laboratório, onde foram secas a 70 °C, pesadas e moídas até a consistência de pó. Este material seco e moído, foi encaminhado para o laboratório compondo a amostra necessária para determinar o teor de macro e micronutrientes de cada parcela e de cada procedência estudada. Este processo foi realizado nas quatro estações do ano, em datas previamente estabelecidas na Tabela 3.

3.10 COLETA DE AMOSTRAS DE SERAPILHEIRA

Para a obtenção das amostras de serapilheira, foram montados coletores constituídos por um anel de ferro redondo, medindo 50 cm de diâmetro, como suporte de um saco de tela fina de nylon, com uma profundidade de 30 cm. Estes coletores foram instalados no solo a uma distância de 1 m do fuste de cada árvore selecionada, a uma altura de 50 cm do solo e na posição nordeste. A instalação dos coletores ocorreu no dia 26/11/1996. Os materiais depositados foram coletados em sacos plásticos formando amostras compostas por parcela de cada procedência, e levadas para laboratório, onde foram secadas a 70° C , pesadas e moídas até a consistência de pó. A amostra composta seca e moída foi encaminhada para laboratório para compor a amostra necessária para determinar o teor de macro e micronutrientes. As amostras foram coletadas em quatro épocas do ano, conforme estabelecido na Tabela 3..

3.11 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE MACRO E MICRONUTRIENTES

A determinação dos elementos N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, tanto para as folhas verdes como para a serapilheira, foi executada mediante os procedimentos de rotina descritos por JOHNSON & ULRICH (1959) e JACKSON (1964). O N foi determinado pelo método de digestão sulfúrica, destilação em micro-Kjeldhall, seguida de titulação com

ácido sulfúrico (JOHNSON & ULRICH 1959). O P foi determinado pelo método do vanadato de amônia (NH_4VO_3). O teor de K foi obtido por digestão nitroperclórica, seguida por análise em fotometria de chama. Os outros elementos (Ca, Mg, Fe, Mn, e Zn) foram determinados pela digestão nitroperclórica, e espectrometria atômica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 SELEÇÃO GENÉTICA DE PROCEDÊNCIAS

Em Nova Esperança, PR e Quedas do Iguaçu, PR foram observadas diferenças significativas tanto para blocos como para as procedências em altura e diâmetro. Os efeitos altamente significativos dos blocos indicam que o crescimento das diferentes procedências foi afetado pelas variações do sitio nos dois locais de plantio (Tabela 6 e 7).

TABELA 6. Quadrados médios da altura (m) e diâmetro (cm) de grevilea, nos três primeiros anos, em Nova Esperança, PR.

Fonte	G.L.	Altura			Diâmetro	
		1º Ano	2º Ano	3º Ano	2º Ano	3º Ano
Bloco	14	1,584**	4,467**	11,248**	12,067**	23,129**
Procedência	20	0,690**	2,294**	4,761**	6,122**	9,887**
Resíduo	280	0,069	0,229	0,559	0,735	1,087
Total	314					
Médias		2,29	4,77	7,48	5,42	7,81
C.V. (%)		11,49	10,04	10,00	15,82	13,35

** = altamente significativo ($p \leq 0,01$)

TABELA 7. Quadrados médios da altura (m) e diâmetro (cm) de grevilea, nos quatro primeiros anos, em Quedas do Iguaçu, PR.

Fonte	G.L.	Altura				Diâmetro		
		1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano
Bloco	14	0,729**	4,855**	7,963**	4,166**	7,306**	12,716**	5,511**
Procedência	17	0,362**	3,074**	5,923**	6,925**	7,592**	19,781**	27,928**
Resíduo	238	0,058	0,650	1,226	2,011	1,292	2,842	2,692
Total	269							
Médias		1,43	4,03	6,63	9,42	4,28	8,07	12,43
C.V. (%)		16,91	20,01	16,69	15,05	26,55	20,88	13,20

** = altamente significativo ($p \leq 0,01$)

A altura média das procedências foi de 2,29 m, no primeiro, 4,77 m, no segundo e 7,48 m, no terceiro ano, em Nova Esperança, PR. Esses valores resultaram de incrementos médios anuais ascendentes, partindo de 2,29 m para 2,39 m e 2,49 m, no primeiro, segundo e terceiro anos, respectivamente. Em Quedas do Iguaçu, PR a altura média das procedências foi de 1,43 m, no primeiro ano, 4,03 m, no segundo e 6,63 m, no terceiro ano e, no último ano de medição, 9,42 m. Estas alturas resultaram de incrementos médios anuais

ascendentes inferiores aos de Nova Esperança, ou seja, 1,43 m, 2,02 m, 2,21 m e 2,37 m do primeiro para o segundo, terceiro e quarto anos, respectivamente. Comparando as duas regiões, as procedências instaladas em Nova Esperança, PR apresentaram um crescimento médio anual, em altura, maior que em Quedas do Iguaçu, PR.

Para ambos os testes, Tabelas 1A e 2A (anexos), as procedências, tanto em altura quanto em diâmetro, mantiveram suas hierarquias, com variações de pequena importância prática até o terceiro ou quarto anos de idade, respectivamente.

Na Tabela 8 e 9, as altas correlações fenotípicas da altura e do diâmetro em diferentes idades mostraram que o desempenho das diferentes procedências pode ser estimado pelo seu crescimento, com antecedência de até dois anos. À medida que se aumenta a diferença entre idades, há um decréscimo esperado e já relatado para outras espécies na literatura nos coeficientes de correlação. Esse decréscimo foi maior na altura do que no diâmetro do tronco. Quanto às correlações dos caracteres de crescimento com a latitude, longitude e altitude, principalmente para o teste de Quedas do Iguaçu, PR, observou-se uma correlação positiva do diâmetro com a latitude. Portanto, quanto maior for a latitude das procedências, há tendência de maior crescimento em diâmetro. A longitude e altitude, por outro lado, demonstraram uma tendência negativa de correlação com o diâmetro. Dessa forma, há tendência do crescimento em diâmetro ser maior para as procedências com origens de longitude e altitude menores. Deste modo, aparentemente, as melhores procedências para a região de Nova Esperança, PR e Quedas do Iguaçu, PR tem suas origens, na Austrália, em regiões de maiores latitudes e menores longitudes e altitudes. Este fato pode ser observado na Figura 3, onde representa-se por uma elipse a região de onde proviêm a maioria das procedências de maior desenvolvimento.

Em Nova Esperança, PR esta tendência provavelmente foi mascarada por uma geadas ocorrida no segundo ano após o plantio. A espécie estava em pleno crescimento, sendo este interrompido bruscamente com a queima desigual entre procedências da parte terminal da árvore. Apesar desse fato, observou-se uma tendência semelhante a de Quedas do Iguaçu, PR mas de menor significância estatística (Tabela 8).

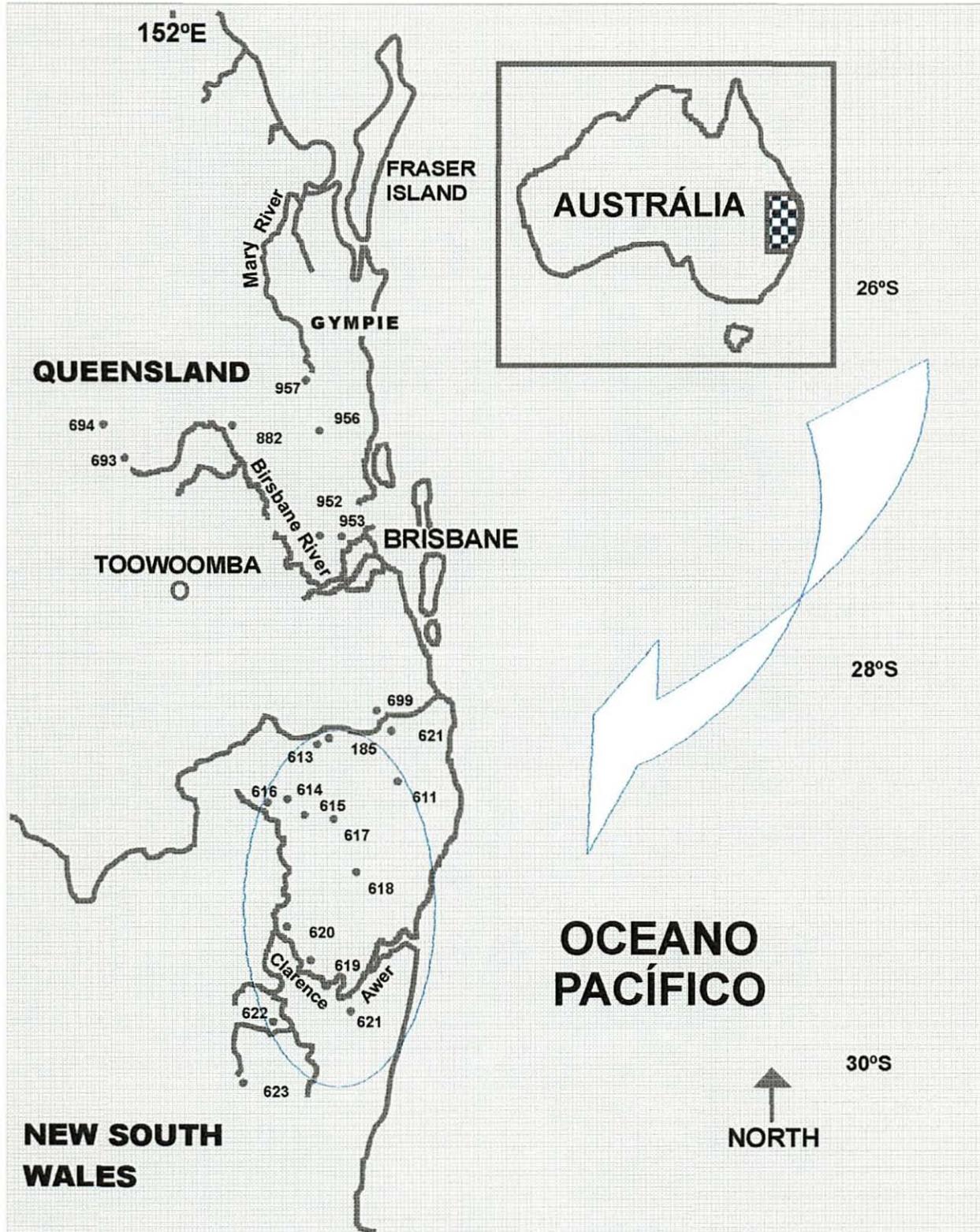


FIGURA 3 .Distribuição natural, locais de coleta, e localização das melhores procedências de grevillea selecionadas para as regiões de Nova Esperança PR e Quedas do Iguaçu PR na Austrália.

TABELA 8. Correlações entre as médias de altura e diâmetro (DAP) da grevilea, nos três primeiros anos, em Nova Esperança PR.

	Altura		Diâmetro		Coordenadas		
	2 ^o Ano	3 ^o Ano	2 ^o Ano	3 ^o Ano	Latitude	Longitude	Altitude
Altura 1 ^o Ano	0,88**	0,73**	0,88**	0,78**	0,30	-0,26	-0,02
Altura 2 ^o Ano	-----	0,95**	0,81**	0,71**	0,06	-0,12	0,04
Altura 3 ^o Ano	-----	-----	0,67**	0,60**	-0,02	-0,02	0,00
DAP 2 ^o Ano	-----	-----	-----	0,94**	0,32	-0,12	-0,18
DAP 3 ^o Ano	-----	-----	-----	-----	0,26	-0,08	-0,15

**= altamente significativo ($p \leq 0,01$)

TABELA 9. Correlações entre as médias de altura e diâmetro (DAP) da grevilea, nos quatro primeiros anos, em Quedas do Iguaçu PR.

	Altura			Diâmetro			Coordenadas		
	2 ^o Ano	3 ^o Ano	4 ^o Ano	2 ^o Ano	3 ^o Ano	4 ^o Ano	Latitude	Longitude	Altitude
Altura 1 ^o Ano	0,93**	0,81**	0,75**	0,96**	0,93**	0,92**	0,50*	-0,42	-0,13
Altura 2 ^o Ano	-----	0,94**	0,87**	0,93**	0,91**	0,87**	0,34	-0,36	-0,05
Altura 3 ^o Ano	-----	-----	0,93**	0,81**	0,83**	0,77**	0,24	-0,34	-0,07
Altura 4 ^o Ano	-----	-----	-----	0,75**	0,78**	0,77**	0,27	-0,28	0,00
DAP 2 ^o Ano	-----	-----	-----	-----	0,98**	0,96**	0,49*	-0,35	-0,15
DAP 3 ^o Ano	-----	-----	-----	-----	-----	0,97**	0,51*	-0,32	-0,17
DAP 4 ^o Ano	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,55*	-0,24	-0,23

**= altamente significativo ($p \leq 0,01$) ; * = significativo ($p \leq 0,05$)

Dentre as cinco primeiras procedências selecionadas para Nova Esperança, PR, três encontram-se entre as cinco selecionadas em Quedas do Iguaçu, sendo elas 619, 621 e 615 (Tabela 10).

Das 21 procedências testadas em Nova Esperança, PR, 13 não apresentaram diferença e 11 apresentaram volumes superiores à média do experimento aos três anos de idade, sendo a mais produtiva, a 621. Em Quedas do Iguaçu, PR, das 18 testadas, 11 não diferem entre si e nove foram mais produtivas que a média do experimento, destacando-se a 619 como a mais produtiva, aos 4 anos de idade (Tabela 10).

Apesar de o plantio, em Nova Esperança, PR, ter sido em sítio extremamente pobre e arenoso, onde foi removida a camada superficial do solo, no processo de preparo para o plantio, a grevilea se estabeleceu com sucesso, tendo se beneficiado do constante controle das plantas invasoras durante o primeiro ano (FERREIRA & MARTINS, 1998). Esse trato cultural proporcionou condições ideais de crescimento para a espécie, possibilitando toda a expressão do seu potencial genético (SHIMIZU *et al.*, 1999).

As procedências relatadas com maior crescimento em Itapeva, SP, e em Londrina,

PR, foram respectivamente, Woodenbong (SEBBENN *et al.*, 1993) e Wivenhoe (LEAL & RAMOS, 1999). Estas procedências correspondem à 185 e 952, respectivamente, deste trabalho, e estiveram abaixo da média verificada tanto em Nova Esperança como em Quedas do Iguaçu. Possivelmente, tal fato deve-se a que todas as outras procedências testadas pelos autores citados, terem origem em latitudes menores e maiores longitudes e altitudes do que as melhores procedências identificadas neste trabalho. No experimento em Londrina, o menor crescimento foi observado na testemunha, que provém de semente comercial coletada em Cianorte, PR (LEAL & RAMOS, 1999). Esse material também é descendente das primeiras introduções de grevilea no país, sem controle da procedência.

TABELA 10. Média das procedências e análise de variância do volume cilíndrico de grevilea com três anos de idade, em Nova Esperança, PR e Quedas do Iguaçu, PR com quatro anos de idade.

Ordem	Nova Esperança					Quedas do Iguaçu				
	Procedência n ^o	Volume cilíndrico total (m ³)				Procedência n ^o	Volume cilíndrico total (m ³)			
1	621	0,05628 a				619	0,17538 a			
2	619	0,05282 ab				615	0,17066 ab			
3	616	0,04922 ab				617	0,16736 abc			
4	615	0,04898 ab				621	0,16505 abcd			
5	693	0,04895 ab				622	0,15553 abcde			
6	618	0,04741 ab				611	0,14713 abcde			
7	614	0,04687 ab				618	0,14392 abcde			
8	957	0,04685 ab				614	0,14072 abcde			
9	882	0,04646 ab				620	0,13689 abcde			
10	956	0,04603 ab				612	0,12985 abcde			
11	620	0,04465 ab				693	0,12848 abcde			
12	952	0,04193 ab				957	0,12488 bcde			
13	185	0,04111 ab				956	0,12081 cdefg			
14	622	0,04045 b				694	0,11762 defg			
15	611	0,04005 b				185	0,11010 efg			
16	612	0,04004 b				952	0,08037 fg			
17	617	0,03931 b				699	0,07233 g			
18	694	0,03777 b				111	0,07220 g			
19	953	0,03733 bc								
20	699	0,02203 cd								
21	111	0,01873 d								
Fonte	G.L	SQ	QM	F	P>F	G.L	SQ	QM	F	P>F
Bloco	14	0,054	0,004	24,799	0,0000	14	0,042	0,003	1,878	0,029
Proced.	20	0,024	0,001	7,543	0,0000	17	0,261	0,015	9,591	0,000
Resíduo	280	0,044	0,0002			238	0,381	0,002		
Total	314	0,122				269	0,684			
Média geral = 0,042		C. V.(%) = 29,45				Média geral = 0,131		C.V.(%) = 30,544		

Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey

4.1.1 Transformação em Pomares de Sementes por Mudas e Pomares Clonais

Segundo NANSON (1972), a transformação dos testes de procedências em pomares de sementes por mudas, é passo importante no melhoramento de árvores, inclusive as consideradas não industriais e de múltiplo uso (HAUGERUD & COLLINSON, 1990 e SIMONS, 1992). A seleção dos indivíduos, nos testes de procedência, tem sido feita unicamente pelas características fenotípicas.

Segundo RESENDE (1999), é possível em um teste de procedências, selecionar indivíduos pelo valor genético e determinar o ganho genético com seleção através do SELEGEN. As Tabelas 3A e 4A (anexo) mostram a seleção de 300 indivíduos na variável volume total, para o teste de procedência em Nova Esperança e Quedas do Iguaçu, quando as plantas estavam com 3 e 4 anos de idade, respectivamente. Isto corresponde a 15,87% e 18,52% do total de indivíduos do experimento. A Tabela 11 inclui os primeiros cinco indivíduos selecionados e os últimos cinco selecionados pelo SELEGEN apresentados nas Tabelas 3A e 4A. Por exemplo, o melhor indivíduo, em Nova Esperança, PR, encontra-se no bloco 1, árvore 1 e pertence a procedência 621. Seu valor genotípico foi de 0,03350, com um ganho acumulado de 78,75% sobre a média geral do experimento. O último indivíduo selecionado pertence a procedência 618, localizado no bloco 5, e é a primeira árvore da parcela. Seu valor genotípico foi de 0,00760, com um ganho acumulado de 27,87% sobre a média geral do experimento. Já, em Quedas do Iguaçu, o melhor indivíduo encontra-se no bloco 3, árvore 6 e pertence a procedência 615. Seu valor genotípico foi de 0,20630, com um ganho acumulado de 157,41% sobre a média geral do experimento. O último indivíduo selecionado, pertence a procedência 621, localizado no bloco 11, e é a quinta árvore da parcela. Seu valor genotípico foi de 0,02691, com um ganho acumulado de 30,02% sobre a média geral do experimento.

TABELA 11. Valores genéticos preditos e ganhos genéticos associados à seleção de indivíduos no teste de procedência nos municípios de Nova Esperança, PR e Quedas do Iguaçu, PR.

Município	Ordem	Bloco n ^o	Proc. n ^o	Árvore N ^o	Valor Genotípico	Ganho Acumulado	Ganho Acumulado (%)
Nova Esperança	1	1	621	1	0,03350	0,03350	78,75
	2	15	621	1	0,02780	0,03065	72,05
	3	13	693	4	0,02500	0,02877	67,62
	4	3	621	3	0,02450	0,02770	65,12
	5	13	619	3	0,02370	0,02690	63,24
	296	11	619	4	0,00770	0,01191	28,00
	297	12	619	5	0,00770	0,01190	27,97
	298	15	616	2	0,00770	0,01188	27,93
	299	5	614	2	0,00760	0,01187	27,90
	300	5	618	1	0,00760	0,01185	27,87
Quedas do Iguaçu	1	3	615	6	0,20630	0,20630	157,41
	2	5	617	6	0,14093	0,17362	132,47
	3	10	621	1	0,14001	0,16241	123,92
	4	7	619	5	0,06478	0,13801	105,30
	5	11	619	2	0,06206	0,12282	93,71
	296	7	622	3	0,02713	0,03951	30,14
	297	7	617	3	0,02710	0,03947	30,11
	298	12	621	5	0,02703	0,03942	30,08
	299	6	621	6	0,02691	0,03938	30,05
	300	11	621	5	0,02691	0,03934	30,02

Partindo-se da previsão de que os testes de procedências de Nova Esperança e Quedas do Iguaçu, no Paraná, podem ser transformados em Pomares de Sementes por Mudanças, e que a seleção e desbaste podem ser feitas baseados no volume cilíndrico das plantas quando estavam com 3 e 4 anos de idade, respectivamente, o ganho genético obtido pelas procedências australianas em relação à testemunha em Nova Esperança, PR, será de 99,32 %. Por outro lado, a transformação da área em Pomar de Sementes por Mudanças acarretará ganho genético em relação a testemunha praticamente igual ao da melhor procedência, 147,90 % e 148,22 %, e o ganho genético do mesmo em relação às procedências australianas, ainda será superior a 24 % (Tabela 12).

Em Quedas do Iguaçu, PR, o ganho genético obtido pelas procedências australianas será de 71,67 % em relação à testemunha, e a transformação da área em Pomar de Sementes por Mudanças deverá apresentar um ganho genético muito semelhante ao ganho genético da melhor procedência testada para a região (Tabela 12).

No caso do Pomar Clonal, em que a seleção genética está embasada na produção volumétrica dos 30 melhores indivíduos para cada município, o ganho genético do mesmo em relação à testemunha é superior a 187 % e 153 % para Nova Esperança e Quedas do Iguaçu, respectivamente.

De um modo geral, a Tabela 12 está revelando uma situação em que, para ambos locais estudados, a transformação das áreas em Pomares de Sementes por Mudanças estará produzindo sementes com o ganho genético semelhante ao da melhor procedência testada.

Para o proposto inicialmente, que seria o aumento da produtividade em volume de madeira, não haverá necessidade de retornar às origens para coleta de sementes dessas procedências, pois há a possibilidade de implantação de Pomares Clonais com ganhos genéticos ainda maiores, que o estimado para os Pomares de Sementes por Mudanças.

Portanto, devido às dificuldades práticas e custos envolvidos, recomenda-se a transformação das áreas em Pomares de Sementes por Mudanças, e, futuramente, a implantação dos Pomares Clonais.

TABELA 12. Ganho genético, em porcentagem, obtido em relação à procedência testemunha, das procedências originais, da melhor procedência, pela implantação de Pomares de Sementes por Mudanças e Pomar Clonal para os Municípios de Nova Esperança e Quedas do Iguaçu, PR.

Município	Material Testado	Média volumétrica (m ³)	Ganho Gen. em Relação a Test. (%)	Ganho Gen. Em Relação as Proced. Originais (%)	Ganho Gen. em Relação a Melhor Proced. (%)
Nova Esperança	Proc. Testemunha *	0,02194	0,00	-----	-----
	Proc. Originais **	0,04373	99,32	0,00	-----
	Melhor Proc. *	0,05446	148,22	24,54	0,00
	Pomar Clonal	0,06303	187,28	44,13	15,74
	Pomar S. por Mudanças	0,05439	147,90	24,38	-0,13
Quedas do Iguaçu	Proc. Testemunha *	0,07836	0,00	-----	-----
	Proc. Originais **	0,13452	71,67	0,00	-----
	Melhor Proc. *	0,17077	117,93	26,95	0,00
	Pomar Clonal	0,19881	153,71	47,79	16,42
	Pomar S. por Mudanças	0,17040	117,46	26,67	-0,22

* Cálculo corrigido; ** Cálculo corrigido e não inclui a testemunha

4.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA ESPÉCIE

Observaram-se diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, em todas as variáveis fisiológicas estudadas para as diferentes estações climáticas do ano. As variáveis clorofila **b**, relação clorofila **a/b**, e fotossíntese apresentaram diferenças significativas ao nível de 1% para diferentes estações climáticas. Quanto a procedências, diferenças ao nível de 5% foram detectadas para, clorofila **b**, total (**a+b**), relação **a/b**, peso e área específica. Para as variáveis clorofila **a** e fotossíntese, não observaram-se diferenças significativas ao nível de 5% (Tabela 13).

4.2.1 Concentração de clorofila

Em todos os tratamentos, procedências e estações climáticas, a concentração de clorofila **a** foi maior que a concentração de clorofila **b**, coincidindo com os resultados obtidos por ENGEL (1989) e CARVALHO (1996). O comportamento das procedências para as clorofila **a**, **b** e total (**a+b**), foi semelhante durante as estações climáticas do ano, ou seja, todas apresentaram concentrações mais altas no verão e primavera, e as menores concentrações foram observadas no inverno (Tabela 13). Muitos autores como, SIEFERMAN HARMS (1994); SUSHEELAMMA *et al.* (1990); IVANOVA & VELIKOVA (1990) e MEZENTSEVA *et al.* (1976), trabalhando com diferentes espécies, chegaram à mesma conclusão, ou seja, no verão, a concentração de clorofila é significativamente maior que no inverno. Isto, deve-se ao fato, de que as plantas no verão, estão com suas atividades fisiológicas mais ativas, necessitando mais energia fotossintética que é produzida na clorofila. Quando a planta aumenta a concentração da clorofila, a capacidade fotossintética é aumentada (KRAMER & KOZLOWSKI, 1979).

SUSHEELAMMA *et al.* (1990); SUTJAEV (1964) e MEZENTSEVA *et al.* (1976), também, confirmam diferenças na concentração de clorofila entre híbridos e mesmo procedências. Este último autor, inclusive, confirma a possibilidade de a clorofila ser uma variável para diagnosticar mais cedo o potencial de crescimento de diferentes procedências de *Larix*.

A variação encontrada nas procedências para a clorofila **a**, foi de 1,72 a 1,81

$\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ para as procedências 694 e 111, respectivamente. Entre estações climáticas do ano, esta variação permaneceu entre 1,65 à 1,86 $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ para o inverno e verão respectivamente.

O teor de clorofila **b**, além de apresentar diferença significativa ao nível de 1% entre as estações climáticas, foi significativo ao nível de 5% para procedências. A variação encontrada na concentração, de acordo com a Tabela 13, apresentou valores entre 1,33 a 1,45 $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$, para as procedências 699 e 619, respectivamente. No inverno, época de menor concentração da clorofila **b**, o valor apresentado foi 1,19 $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$, que difere do verão, quando o valor médio foi de 1,63 $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$. A Tabela 13 teve sua origem da Tabela 5^A, no anexo.

TABELA 13. Teores médios e contrastes de clorofila **a**, clorofila **b**, clorofila total (**a+b**) e relação clorofila **a/b** nas diferentes procedências de grevilea, e quatro estações climáticas (concentração em $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$).

		Clorofila a	Clorofila B	Clorofila total (a+b)	Relação clorofila a/b
Procedência	619	1,80 (A)	1,45 (E)	3,25 (I)	1,25 (M)
	694	1,72 (B)	1,37 (F)	3,10 (J)	1,27 (N)
	111	1,81 (C)	1,40 (G)	3,21 (K)	1,31 (O)
	699	1,72 (D)	1,33 (H)	3,05 (L)	1,30 (P)
Contrastes Para Valores Ranqueados	Contrastes	A - B ns	E - F ns	I - J ns	M - N ns
	Para	A - C ns	E - G ns	I - K ns	M - O *
	Valores	A - D ns	E - H *	I - L *	M - P ns
	Ranqueados	B - C ns	F - G ns	J - K ns	N - O ns
		B - D ns	F - H ns	J - L ns	N - P ns
		C - D ns	G - H ns	K - L ns	O - P ns
Estações Climáticas	Verão	1,86 (A)	1,63 (E)	3,49 (I)	1,14 (M)
	Outono	1,73 (B)	1,38 (F)	3,11 (J)	1,26 (N)
	Inverno	1,65 (C)	1,19 (G)	2,84 (K)	1,39 (O)
	Primavera	1,81 (D)	1,35 (H)	3,16 (L)	1,34 (P)
Contrastes Para Valores Ranqueados	Contrastes	A - B ns	E - F ns	I - J ns	M - N ns
	Para	A - C *	E - G **	I - K *	M - O **
	Valores	A - D ns	E - H ns	I - L ns	M - P ns
	Ranqueados	B - C ns	F - G ns	J - K ns	N - O ns
		B - D ns	F - H ns	J - L ns	N - P ns
		C - D ns	G - H ns	K - L ns	O - P ns
Teste de Friedman procedências (X^2_r)		5,1ns	8,4*	8,1*	8,4*
Teste de Friedman estações do ano (X^2_t)		9,30*	12,00**	11,10*	12,00**

** - altamente significativo ($p \leq 0,01$); * - significativo ($p \leq 0,05$) e ns não significativo

A clorofila total, mostra valores que variam de 3,05 a 3,25 $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ para as procedências 619 e 694 respectivamente. No inverno, foram encontradas as menores concentrações de clorofila, sendo que a média corresponde à 2,84 $\mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$, a qual difere

significativamente da média apresentada no verão, $3,49 \mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$.

A relação entre clorofila **a** e **b** apresentada pela grevilea, varia significativamente entre estações climáticas e procedências. A menor proporção entre a clorofila **a/b** foi encontrada no verão, $1,14 \mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$, diferindo significativamente do inverno, com valor médio de $1,39 \mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$. As procedências 619 e 111 foram as que apresentaram a menor(1,25) e a maior (1,31) proporção clorofila **a/b**.

Os mesmos resultados encontrados para a grevilea nas concentrações de clorofila **a**, **b** e total e relação (**a/b**), no que se refere à variação destes atributos entre as estações climáticas, também foram detectadas por SIEFERMAN HARMS (1994); SUSHEELAMMA *et al.* (1990); IVANOVA & VELIKOVA (1990) e MEZENTSEVA *et al.* (1976), trabalhando com diferentes espécies.

Os valores médios de clorofila **a**, clorofila **b**, clorofila total e relação clorofila **a/b**, envolvendo procedências e estações climáticas, são apresentados na Tabela 13, e o comportamento visualizado nas Figura 4 e 5.

O comportamento das três procedências de origem australiana mostra concentrações de clorofila, tanto **a**, **b**, e total, seguindo uma tendência na ordem hierárquica da produção volumétrica, ou seja, a 619 com maior concentração, seguida pela 694 e 699. Provavelmente, o que está se manifestando para estas três procedências seja o potencial genético de produzir clorofila. Segundo KRAMER & KOZLOWSKI (1979), não são somente fatores genéticos que influenciam a concentração de clorofila, mas, também, fatores do meio, como temperatura, luz, água e disponibilidade de minerais. A testemunha está mais adaptada a estes fatores externos, visto que apresentou concentrações de clorofila muito semelhantes à da procedência 619. Segundo LARCHER (1986), a adaptação das plantas ao clima e a radiação local, são de natureza ambiental e genética, a adaptação ao ambiente é mais rápida que a adaptação genética.

A relação clorofila **a/b** é menor no verão que no inverno, para todas as procedências. Isto significa que a clorofila **b** tem maior concentração no verão do que no inverno. Isto pode ser explicado pela intensidade da luz e pelo metabolismo da planta. Na primavera e verão o metabolismo da planta é mais intenso, produzindo o máximo de biomassa. A cobertura densa das copas, mais um longo período de chuvas, proporcionaram um ambiente de luz difusa, aumentando a quantidade de radiação verde e azul, mais

favorável à clorofila **b** (LARCHER, 1986). No inverno, o ambiente era diferente, propiciando metabolismo reduzido na planta, intensidade luminosa maior devido ao período seco, presença da radiação com maior proporção de vermelho, estimulando a clorofila **a**.

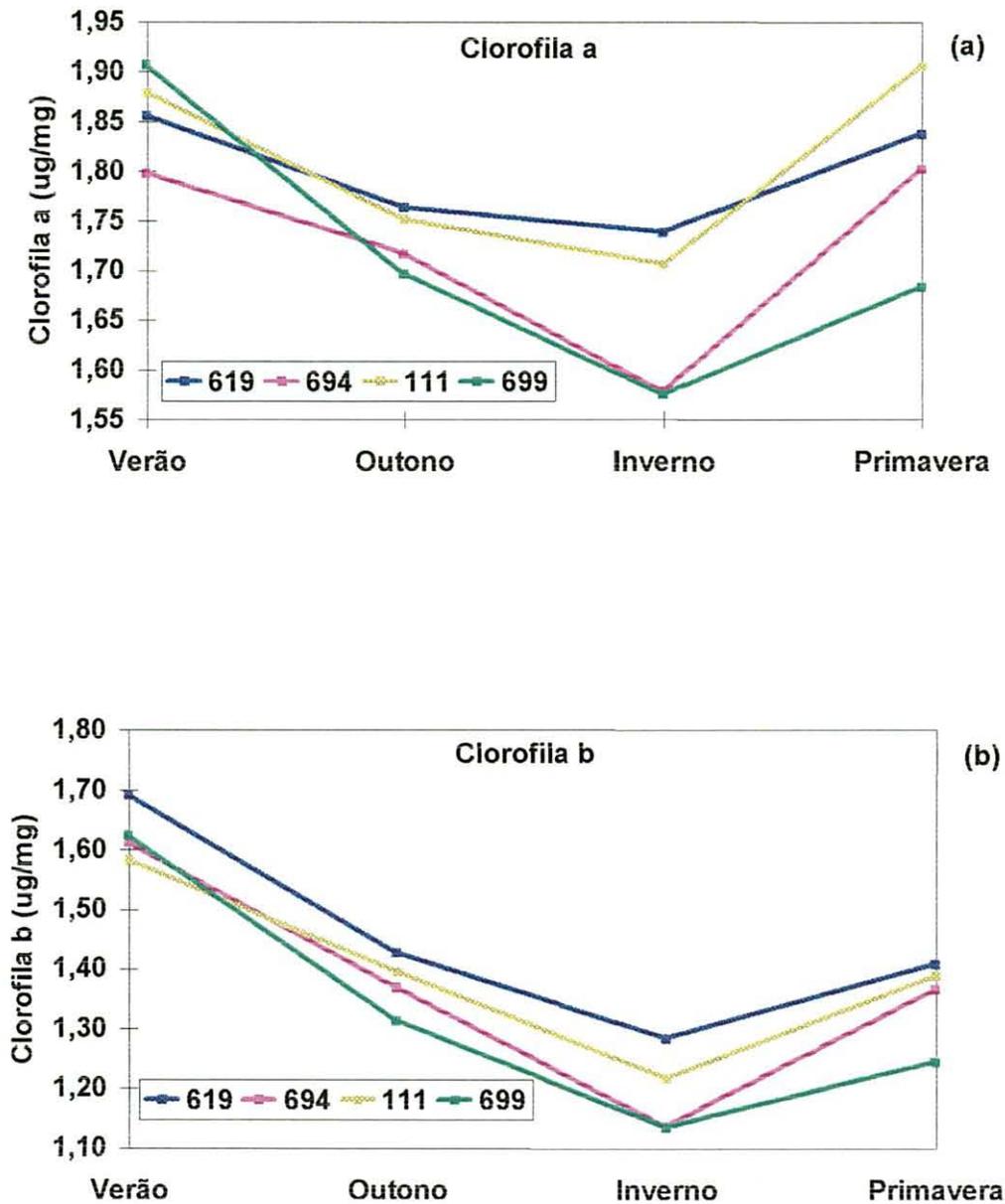


FIGURA 4. Concentração de clorofila **a** e **b** em diferentes procedências de grevilea nas quatro estações climáticas.

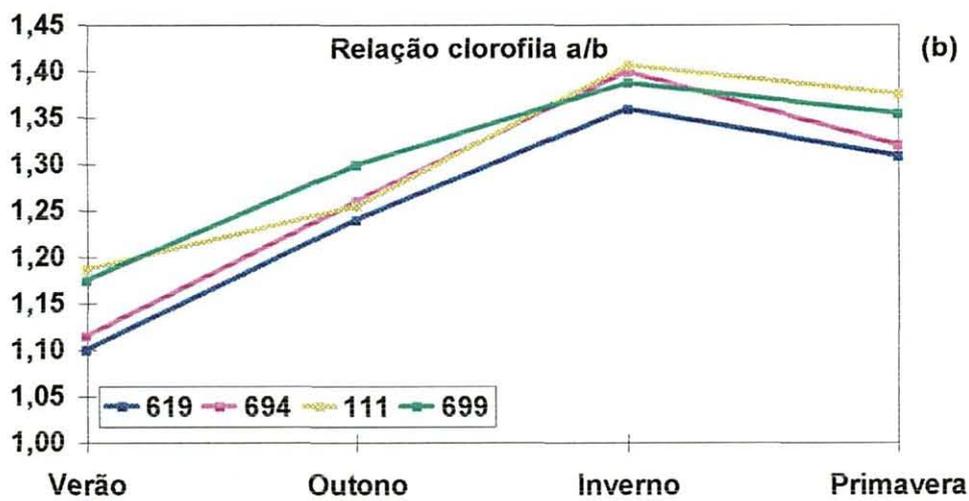
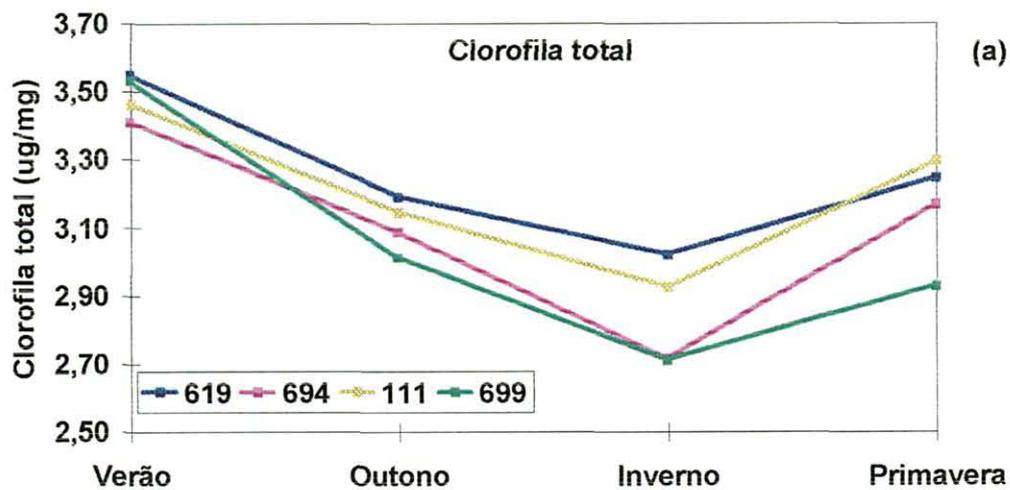


FIGURA 5. Concentração de clorofila total (a+b) e relação clorofila (a/b) nas diferentes procedências de grevillea nas quatro estações climáticas.

4.2.2 Peso específico foliar (PEF) e área específica foliar (AEF)

Para a grevilea, o comportamento PEF e AEF de todas as procedências foi semelhante nas diferentes estações climáticas. O maior PEF foi observado no período de inverno quando também foram observados os menores valores de AEF Figura 6. Este fato foi detectado por KIMURA (1992) que, estudando *Pinus thunbergii*, relatou o aumento do PEF a partir do outono até meados da primavera, quando começa o período de crescimento. Segundo o mesmo autor, o aumento do peso específico deve-se ao acúmulo de reservas que deverão ser utilizadas na época de crescimento da planta.

Quando se avalia PEF e AEF ao nível de procedências, nota-se que houve diferença significativa ao nível de 5% entre as procedências 619 e 694 e a testemunha (procedência 111) em PEF e AEF. Porém, não foi significativa a diferença entre a testemunha com a procedência 699 (Tabela 14). Calculando-se o aumento da AEF da testemunha, observa-se que esta foi 16,7% maior que a 619, 16,3% maior que a 694 e 11,7% superior à 699.

Este fato, que a procedência 111 ser diferente das duas procedências 619 e 694, provavelmente deve-se ao fato de que a mesma já estar adaptada às condições regionais. Este fato foi citado por autores como CALDAS *et al.* (1992) e CARVALHO (1996), identificando a AEF como uma variável importante para determinar a capacidade de adaptação de uma espécie, principalmente quando se refere à adaptação da espécie de sol para a sombra.

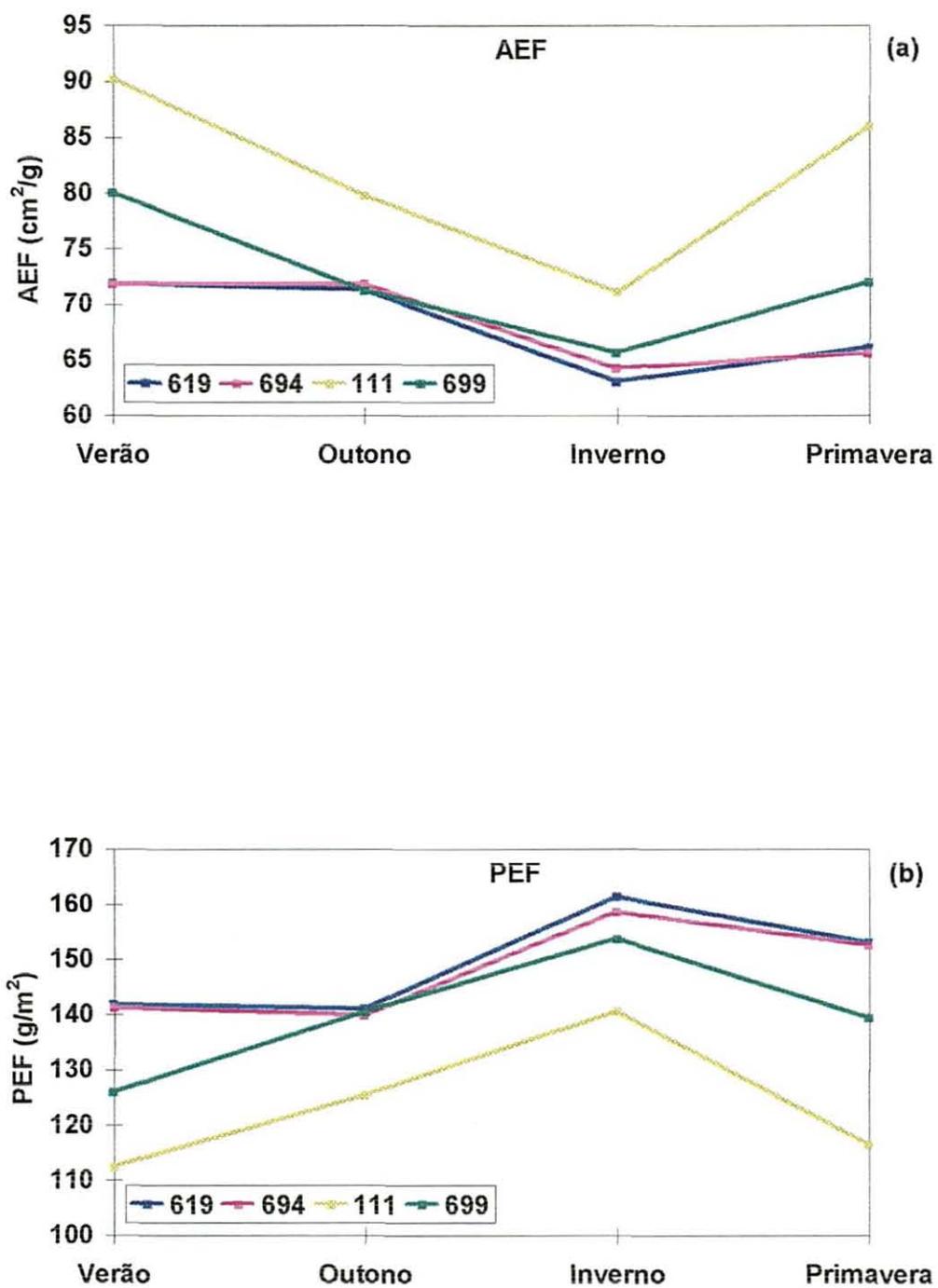


FIGURA 6. Área específica foliar AEF e peso específico foliar PEF das diferentes procedências e nas quatro estações climáticas.

TABELA 14. Médias e contrastes do PEF (g/m^2) e AEF (cm^2/g) de diferentes procedências de grevilea e nas quatro estações climáticas. (Tabela proveniente da Tabela 6A em anexo).

		Peso específico	Área específica
Procedência	619	149,43 (A)	68,12 (E)
	694	148,20 (B)	68,42 (F)
	111	123,82 (C)	81,79 (G)
	699	139,98 (D)	72,25 (H)
Contrastes para Valores Ranqueados		A - B ns	E - F ns
		A - C *	E - G *
		A - D ns	E - H ns
		B - C *	F - G *
		B - D ns	F - H ns
		C - D ns	G - H ns
Estações Climáticas	Vcrão	130,41 (A)	78,51 (E)
	Outono	136,83 (B)	73,58 (F)
	Inverno	153,70 (C)	66,04 (G)
	Primavera	140,48 (D)	72,46 (H)
Contrastes para Valores Ranqueados		A - B ns	E - F ns
		A - C ns	E - G ns
		A - D ns	E - H ns
		B - C *	F - G *
		B - D ns	F - H ns
		C - D ns	G - H ns
Teste de Friedman procedências (X^2_r)		11,10*	8,10*
teste de Friedman estações do ano (X^2_r)		8,40*	9,3*

** = altamente significativo ($p \leq 0,01$); * = significativo ($p \leq 0,05$) e ns não significativo

4.2.3 Fotossíntese

Diferenças significativas para fotossíntese foram encontradas apenas entre as estações climáticas do ano. Na estação de inverno, foi registrado o maior valor da fotossíntese ($17,7 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) sendo o menor valor ($10,07 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) observado no outono. Entre procedências, a fotossíntese variou de $13,2 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ a $14,2 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ para a 111 e a 694 respectivamente (Tabela 15).

A qualidade da luz é importante para os processos fisiológicos, tais como, fotoperiodismo e fototropismo (EVANS, 1973); alongamento caulinar (SASAKI & MORI, 1981); dormência e germinação de sementes (WIECHERS & VASQUEZ-YANES, 1979). Entretanto, os autores são unânimes em afirmar que a intensidade de luz tem, em condições naturais, efeito mais significativo no crescimento das plantas do que a qualidade da luz (SHIRLEY, 1929; CLARKE, 1971 e AMO, 1985).

A luz, temperatura, concentração de gás carbônico do ar, umidade, fertilidade do

solo, fungicidas, inseticidas e doenças, são variáveis que afetam a fotossíntese e a transpiração (LARCHER, 1986 e KRAMER & KOZLOWSKI, 1979).

TABELA 15. Médias da fotossíntese ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) e contrastes das diferentes procedências de grevilea e nas quatro estações climáticas. (Tabela proveniente da Tabela 7A em anexo).

		Fotossíntese
Procedência	619	13,36 (A)
	694	14,21 (B)
	111	13,23 (C)
	699	13,29 (D)
Contrastes Para Valores Ranqueados	Contrastes	A - B ns
	Para	A - C ns
	Valores	A - D ns
	Ranqueados	B - C ns
		B - D ns
		C - D ns
Estações Climáticas	Verão	14,23 (A)
	Outono	10,07 (B)
	Inverno	17,77 (C)
	Primavera	12,02 (D)
Contrastes Para Valores Ranqueados	Contrastes	A - B ns
	Para	A - C ns
	Valores	A - D ns
	Ranqueados	B - C **
		B - D ns
	C - D ns	
Teste de Friedman procedências (X^2_r)		3,90ns
Teste de Friedman estações do ano (X^2_r)		12,00**

** - altamente significativo ($p \leq 0,01$); * - significativo ($p \leq 0,05$) e ns não significativo

Comparando-se a radiação, a precipitação e a temperatura nos meses de registro dos dados da fotossíntese (Figuras 7 e 8), elevados índices de precipitação são registrados, (266,7; 245,3 e 308,0 mm), com temperaturas de 23,9; 17,2 e 22,5 °C) nos meses de fevereiro, maio e outubro, que correspondem ao verão, outono e primavera respectivamente. Estas variáveis, principalmente a precipitação, foram superiores à média obtida nos últimos anos. Provavelmente, houve redução da intensidade luminosa devido ao período de nebulosidade e, conseqüentemente, da capacidade fotossintética das plantas nestas estações climáticas.

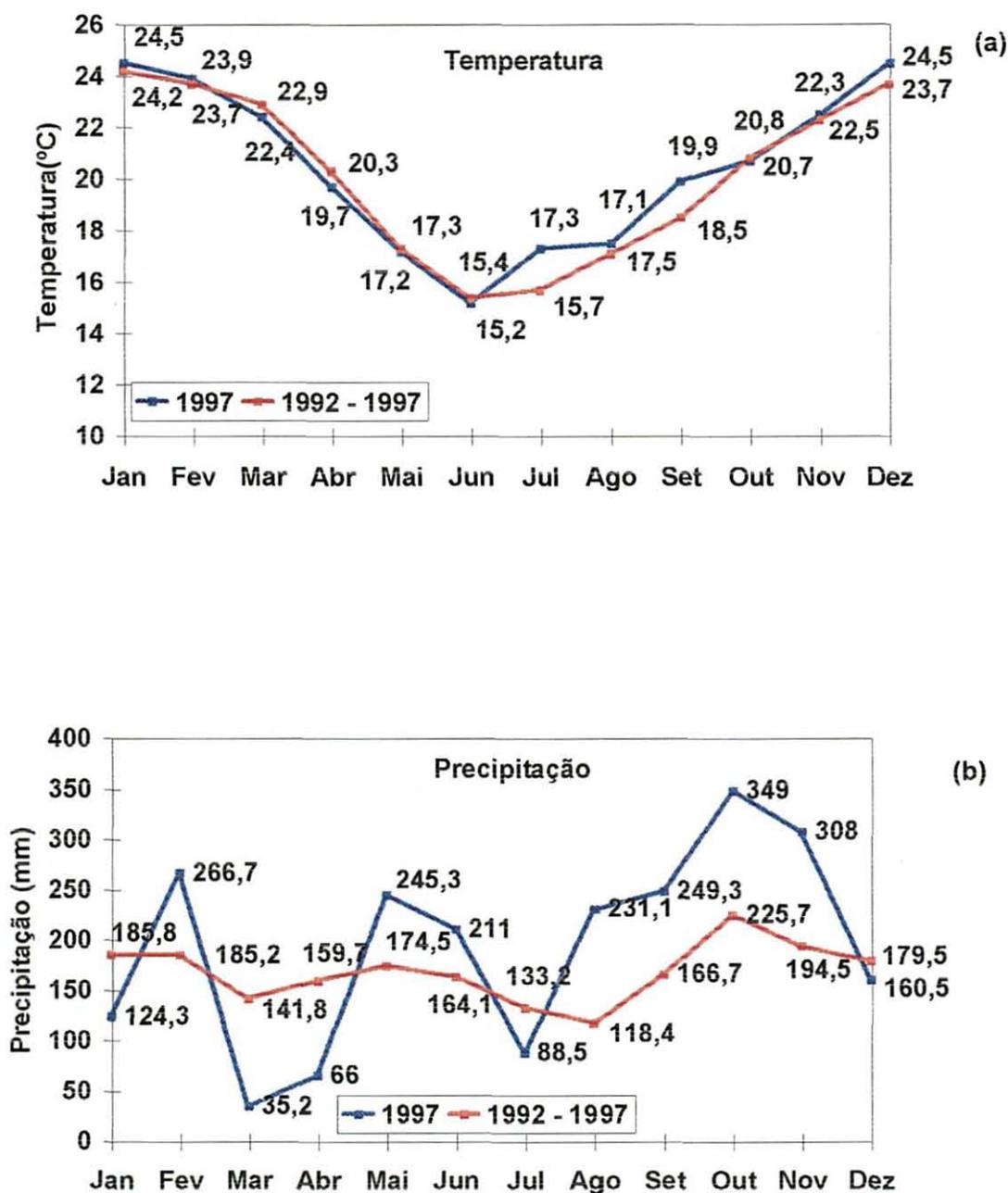


FIGURA 7. Temperatura e precipitação médias medidas mensalmente durante o ano de 1997 e temperatura e precipitação média mensal ocorrida na área de 1972 a 1997.

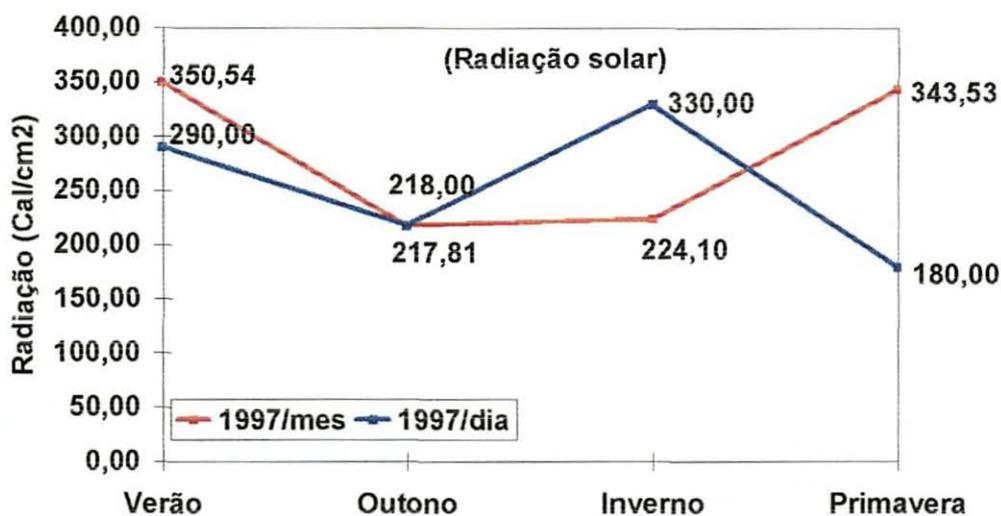


FIGURA 8. Médias da radiação solar, no dia e no mês de coleta das amostras de clorofila e fotossíntese no ano de 1997.

No inverno, período em que as temperaturas são normalmente mais baixas, a média dos últimos anos foi de $15,7^{\circ}\text{C}$. No ano de avaliação, a temperatura média do mês chegou a $17,3^{\circ}\text{C}$ e a precipitação média do mês em que ocorreram as coletas de amostras de dados (julho), foi de 88,5 mm, inferior à média dos últimos anos (133,2 mm). Deste modo, ocorreu um período atípico, com dias sem nebulosidade, e a radiação alcançando a média de $330,00 \text{ cal/cm}^2$ no dia de leitura da fotossíntese, quando a média do mês foi de apenas $224,10 \text{ cal/cm}^2$ (Figuras 7 e 8).

Pode-se observar que no inverno, no dia em que foi feita a leitura da fotossíntese, a radiação solar apresentou uma média diária muito próxima à média do mês de verão, inclusive superior às médias de todos os dias em que foram feitas as leituras da fotossíntese durante as diferentes estações climáticas do ano (Figura 8). Quando se comparam as Figuras 8 e 9 observa-se que os valores de radiação acompanham os valores de fotossíntese durante as diferentes estações do ano, confirmando o descrito por LARCHER (1986), ou seja, que a fotossíntese é influenciada pela radiação.

Deve-se salientar que, a amostragem não pode ser admitida como representativa da

fotossíntese para o período de inverno, o mesmo pode ser considerado para a primavera, devido às condições atípicas em que foram obtidas as medições.

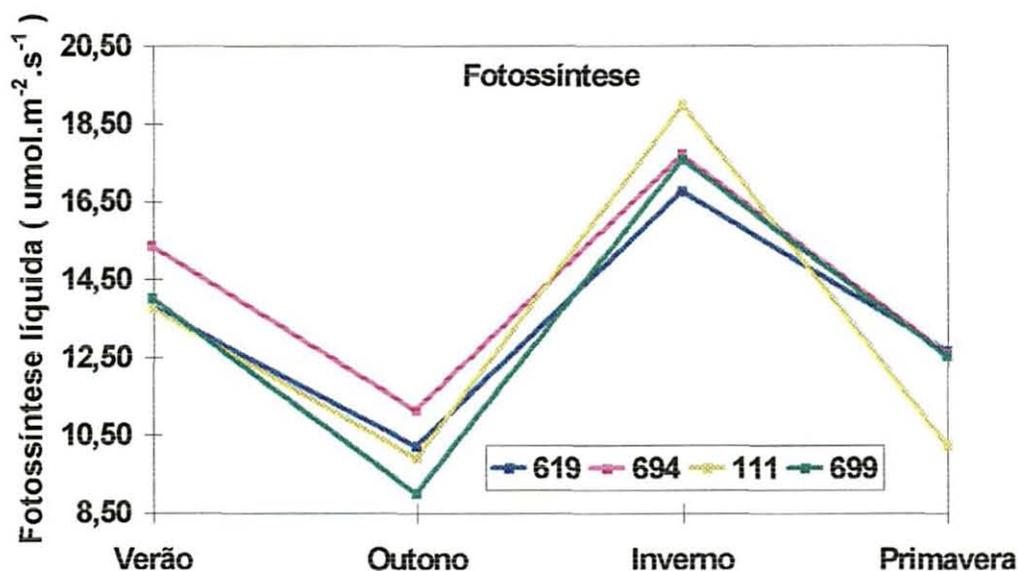


FIGURA 9. Variação da fotossíntese nas diferentes procedências de grevilea nas quatro estações climáticas.

4.2.4 Correlações das variáveis fisiológicas com variáveis dendrométricas

Os incrementos em altura e volume cilíndrico, apresentaram diferença significativas apenas entre verão e inverno, enquanto o incremento em diâmetro mostrou diferença significativa entre o verão e a primavera (Tabela 16).

As procedências escolhidas para compor o estudo tiveram seu maior crescimento no período de verão, reduzindo-se no outono e inverno, retomando novamente o seu crescimento na primavera (Figuras 10 e 11). Segundo HARWOOD *et al.*, (1990), a grevilea, quando introduzida em condições de solos fereis e clima adequado, temperaturas anuais de 15-18 °C e precipitações de 1000 a 2000 mm por ano, chega a crescer 2 m de altura por ano e 2 cm de diâmetro (DAP) por ano, destacando um maior crescimento no verão.

TABELA 16. Médias e contrastes das diferentes procedências, no seu incremento em altura, diâmetro e volume, durante um ano, iniciando com três anos de idade.

		Altura (m)	Diâmetro (DAP) (cm)	Volume cilíndrico (cm ³)
Procedência	619	0,72 (A)	0,80 (E)	36,19 (I)
	694	0,75 (B)	0,92 (F)	49,86 (J)
	111	0,56 (C)	0,72 (G)	22,80 (K)
	699	0,66 (D)	0,67 (H)	23,27 (L)
Contrastes para Valores Ranqueados	A - B ns	E - F ns	I - J ns	
	A - C ns	E - G ns	I - K ns	
	A - D ns	E - H ns	I - L ns	
	B - C ns	F - G ns	J - K ns	
	B - D ns	F - H ns	J - L ns	
	C - D ns	G - H ns	K - L ns	
Estações Climáticas	Verão	1,03 (A)	1,32 (E)	140,95 (I)
	Outono	0,62 (B)	0,71 (F)	24,55 (J)
	Inverno	0,32 (C)	0,61 (G)	9,35 (K)
	Primavera	0,71 (D)	0,47 (H)	12,32 (L)
Contrastes para valores Ranqueados	A - B ns	E - F ns	I - J ns	
	A - C **	E - G ns	I - K *	
	A - D ns	E - H *	I - L ns	
	B - C ns	F - G ns	J - K ns	
	B - D ns	F - H ns	J - L ns	
	C - D ns	G - H ns	K - L ns	
Teste de Friedman procedências (X^2_r)		3,30ns	2,08ns	4,5ns
Teste de Friedman estações do ano (X^2_r)		12,00**	9,90*	9,9*

** = altamente significativo ($p \leq 0,01$) ; * = significativo ($p \leq 0,05$) e ns não significativo

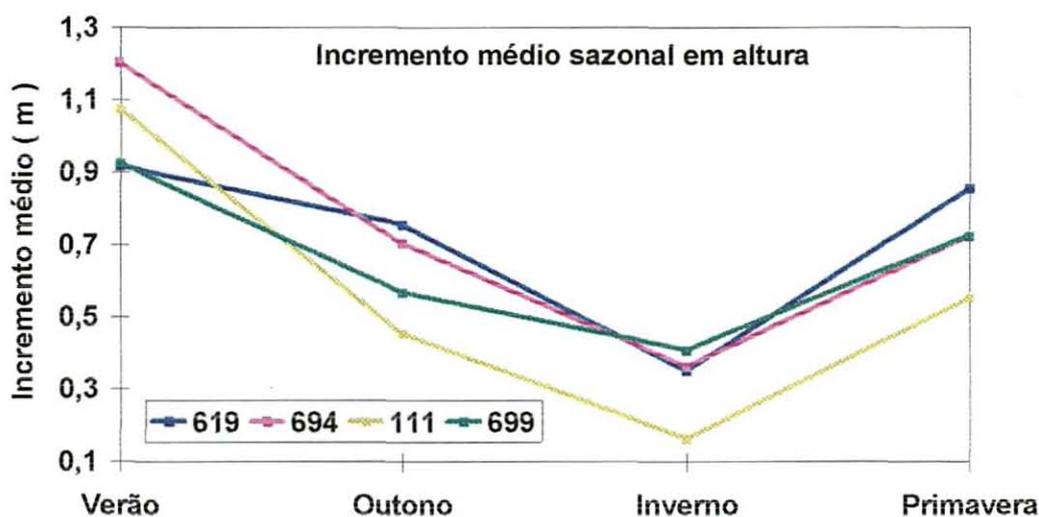


FIGURA 10. Incremento médio sazonal em altura das diferentes procedências de grevilea estudadas. (Figura proveniente da Tabela 8A em anexo).

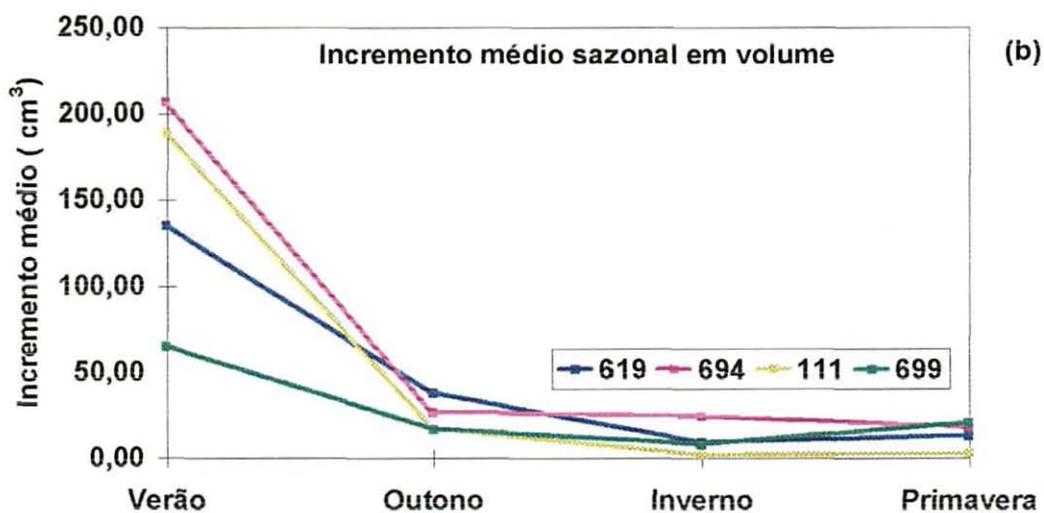
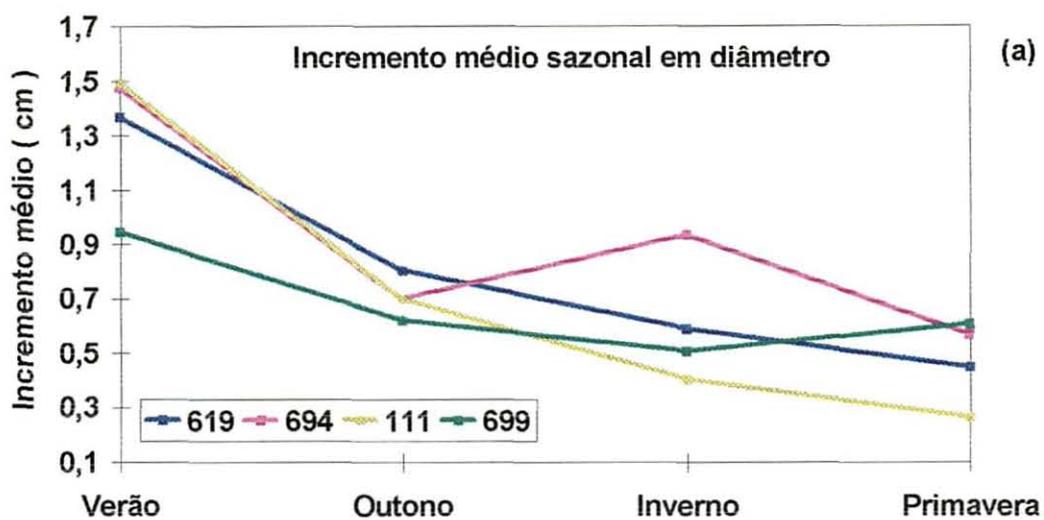


FIGURA 11. Incremento médio sazonal em diâmetro e volume cilíndrico das diferentes procedências de grevilea. (Figura proveniente da Tabela 8A em anexo).

Altos coeficientes de correlação, superiores a 80%, e com nível de significância de 1%, foram encontrados entre, incremento em altura com as variáveis fisiológicas, clorofila **b**, clorofila (**a+b**), e relação clorofila **a/b**. Foi detectado, também, alta correlação do incremento em volume cilíndrico com a relação clorofila **a/b** (Tabela 17).

TABELA 17. Correlação de Spearman entre as variáveis fisiológicas, e as variáveis de crescimento (Tabela proveniente do anexo 9A).

Incremento	Variáveis fisiológicas						
	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total (a+b)	Relação clorofila a/b	PEF	AEF	Fotossíntese
Altura	0,63*	0,83**	0,80**	-0,84**	-0,31ns	0,52*	-0,23ns
Diâmetro	0,23ns	0,59*	0,49ns	-0,76**	-0,18ns	0,36ns	0,00ns
V. cilíndrico	0,35ns	0,68**	0,59*	-0,82**	0,19ns	0,39ns	0,09ns

** = altamente significativo ($p \leq 0,01$); * = significativo ($p \leq 0,05$) e ns não significativo

Outras correlações, não menos importantes, também foram detectadas entre a clorofila **a** e o incremento em altura, clorofila **b** e incremento em volume, e a correlação negativa entre as variáveis de crescimento, incremento em diâmetro e incremento em volume total com a relação clorofila **a/b**.

Levando-se em conta que a clorofila total e a relação clorofila **a/b** recebem interferência direta da clorofila **b**, a mesma torna-se a variável fisiológica mais importante e que mais influencia o crescimento em altura. O crescimento em altura está diretamente ligado à concentração de clorofila **b** encontrada nas folhas, conforme mostra a Figura 12. Correlações significativas envolvendo a fotossíntese, peso específico e área específica, com a clorofila, não foram detectadas no presente trabalho (Anexo 9 A).

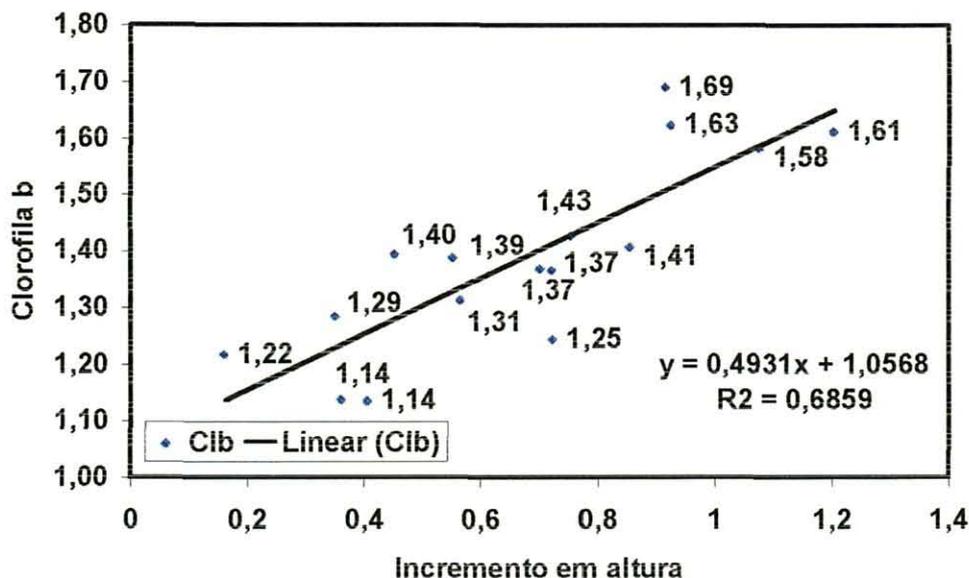


FIGURA 12. Correlação entre a clorofila **b** ($\mu\text{g.mg}^{-1}$) e o incremento em altura (m) das quatro procedências.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA ESPÉCIE

De uma maneira geral, a variação dos teores de macro e micronutrientes encontrados na grevílea, estão dentro dos valores considerados médios para as outras espécies arbóreas exóticas (BELLOTE, 1990 e MARSCHNER, 1995), e ou espécies nativas (CARPANEZZI *et. al.*, 1976; REISSMANN *et. al.* 1987; REISSMANN *et al.*, 1990 e MONTALGNINI *et al.*, 1994).

Devido à falta de informações sobre as características nutricionais desta espécie, as comparações foram feitas de maneira generalizada, envolvendo trabalhos com espécies nativas da região e outras espécies exóticas dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*.

4.3.1 Concentração de macronutrientes nas folhas de grevílea.

Observa-se que, para as procedências monitoradas, as folhas apresentaram diferença significativa para todos os macronutrientes, exceto para o N e P. Entre as diferentes estações, o N foi o único elemento a não apresentar diferença significativa (Tabela 18)

TABELA 18 Médias das concentrações de macronutrientes e contrastes encontrados nas folhas maduras de diferentes procedências de grevilea, dentro das diferentes estações climáticas (Tabela proveniente do anexo 10A).

		Macronutrientes (g/kg)				
		N	P	K	Ca	Mg
Procedência	619	14,97 (A)	0,57 (E)	5,37 (I)	11,41 (M)	1,03 (Q)
	694	15,59 (B)	0,53 (F)	5,22 (J)	10,86 (N)	1,26 (R)
	111	15,86 (C)	0,61 (G)	7,21 (K)	9,79 (O)	1,03 (S)
	699	16,01 (D)	0,61 (H)	6,27 (L)	9,17 (P)	1,32 (T)
Contrastes Para Valores Ranqueados	Contrastes	A - B ns	E - F ns	I - J ns	M - N ns	Q - R ns
	Para	A - C ns	E - G ns	I - K ns	M - O ns	Q - S ns
	Valores	A - D ns	E - H ns	I - L ns	M - P *	Q - T ns
	Ranqueados	B - C ns	F - G ns	J - K *	N - O ns	R - S ns
		B - D ns	F - H ns	J - L ns	N - P ns	R - T ns
C - D ns	G - H ns	K - L ns	O - P ns	S - T *		
Estações Climáticas	Verão	16,15 (A)	0,58 (E)	6,73 (I)	11,08 (M)	1,22 (Q)
	Outono	14,78 (B)	0,52 (F)	7,44 (J)	9,26 (N)	1,15 (R)
	Inverno	15,29 (C)	0,63 (G)	3,79 (K)	11,31 (O)	1,27 (S)
	Primavera	16,21 (D)	0,60 (H)	6,10 (L)	9,57 (P)	1,01 (T)
Contrastes Para Valores Ranqueados	Contrastes	A - B ns	E - F ns	I - J ns	M - N ns	Q - R ns
	Para	A - C ns	E - G ns	I - K ns	M - O ns	Q - S ns
	Valores	A - D ns	E - H ns	I - L ns	M - P ns	Q - T ns
	Ranqueados	B - C ns	F - G *	J - K *	N - O *	R - S ns
		B - D ns	F - H ns	J - L ns	N - P ns	R - T ns
C - D ns	G - H ns	K - L ns	O - P ns	S - T *		
Teste Friedman proced. (X^2)		6,30ns	6,85ns	9,30*	9,30*	10,20*
Teste Friedman est. Ano (X^2)		6,60ns	7,97*	11,10*	9,90*	9,90*

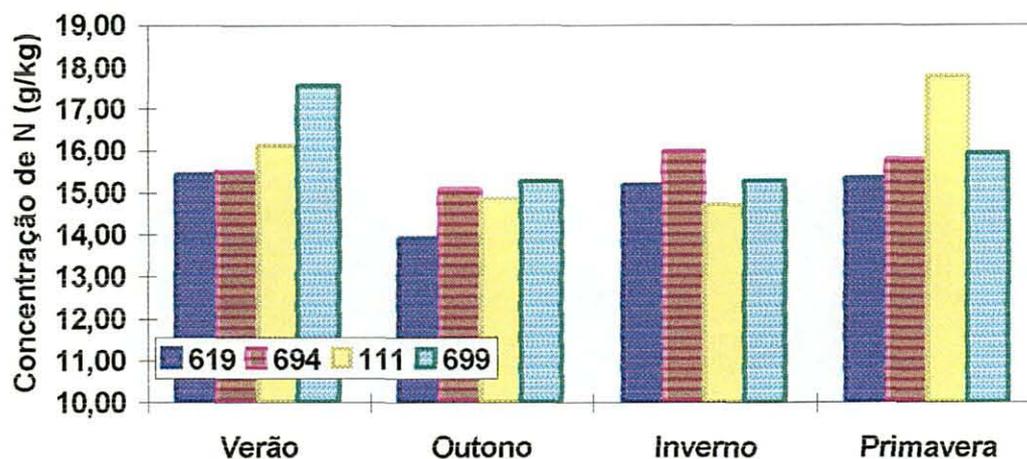
** = altamente significativo ($p \leq 0,01$); * = significativo ($p \leq 0,05$) e ns não significativo

Os teores médios obtidos para macronutrientes, nas folhas das diversas procedências, obedecem à seguinte ordem decrescente: N > Ca > K > Mg > P. Entre as procedências e épocas estudadas, o N e P, foram os macronutrientes que apresentaram a maior e a menor concentração, respectivamente.

4.3.1.1 Teores de nitrogênio nas folhas

As concentrações de N encontradas nas folhas das diferentes procedências variaram de 14,97 a 16,01 g/kg, que corresponde a 1,49 a 1,60% de M.S. (Matéria Seca) da folha (Tabela 18). Segundo MARSCHNER (1995), o ótimo de N requerido pela planta varia de 2 a 5% da M.S., dependendo da espécie, do estágio de desenvolvimento e órgão ou parte da planta amostrada. Por outro lado, DRECHSEL & ZECH (1991) mencionam que 1,30% de N, é o valor considerado intermediário para a espécie, ou seja, aquele situado entre o deficiente e o baixo. CARVALHO (1996), trabalhando com mudas de um ano, de três

espécies diferentes, no mesmo tipo de solo, cita teores de N nas folhas que variam de 1,46 a 1,99% para araribá-rosa, 1,98 a 2,74% para canjarana e 1,16 a 1,40% para guanandi. A



faixa de 2,07 à 2,22% seria a adequada para *Eucalyptus grandis* e, árvores com teores nas folhas inferiores a 1,15% já apresentariam sintomas de deficiência (FERREIRA, 1993).

FIGURA 13. Teores de N em folhas maduras de diferentes procedências de grevilea, nas quatro estações climáticas do ano.

Para duas espécies da Amazônia, *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*, NEVES (1999), obteve valores também superiores aos encontrados para grevilea neste trabalho: *Ceiba* 3,38 e 2,83% da M.S. da folha de plantas, aos 43 e 55 meses de idade, respectivamente. Para a *Virola*, as concentrações relatadas foram de 1,65 a 1,55% de M.S. de folhas maduras, aos 43 e 55 meses de idade respectivamente, valores semelhantes aos da grevilea, apesar da região ser bastante diferente. Portanto, a partir da concentração de N obtida não é possível inferir a respeito do estado nutricional das árvores. Entretanto, merece ser destacado que os valores observados estão abaixo do ótimo requerido para este nutriente, ou seja entre 2 e 5% da M.S., e dos teores adequados para *Eucalyptus grandis* FERREIRA (1993). A variação apresentada pelas procedências, na concentração do N, durante nas diferentes estações climáticas em que foram coletadas as amostras, pode ser

observada na Figura 13.

Os resultados obtidos, embora não significativos estatisticamente, demonstram claramente a dificuldade para efetuar-se comparações entre procedências, ou inferir sobre o estado nutricional das plantas. A dificuldade principal reside em estabelecer-se o momento adequado para se efetuar a amostragem, pois, apesar da folha ser o compartimento arbóreo mais estudado e que melhor expressa o estado nutricional das plantas, KRAMER & KOSLOWSKI (1979) e muitos outros autores como REISSMANN (1976); BELLOTE (1979); FERREIRA (1989) e MARSCHNER (1995) mencionam a existência desta e de outras dificuldades encontradas durante a coleta do material de campo.

Não há tendência clara de maiores concentrações para esta ou aquela procedência, e, também, aqui, os resultados não foram estatisticamente significativos. Há, entretanto, um aparente efeito de diluição, ou seja, as procedências de maior desenvolvimento tendem a apresentar menores concentrações foliares de N (Figura 13).

4.3.1.2 Teores de fósforo nas folhas

Os teores de P, para as diferentes procedências estudadas, variaram de 0,53 a 0,61 g/kg, ou seja, 0,05 a 0,06% na M. S. (Tabela 18). Estes teores, segundo DRECHSELL & ZECH (1991) e MARSCHNER (1995), estão abaixo do valor considerado baixo para as plantas, os quais devem variar entre 0,08 a 0,15%. Os mesmo autores mencionam que teores de P superiores a 1% da M. S, são considerados tóxicos às plantas.

Trabalhando com mudas de araribá-rosa, canjarana e guanandi, CARVALHO (1996) encontrou teores bastante semelhantes aos deste trabalho, os quais variaram entre 0,09% a 0,15% para araribá-rosa, 0,17% a 0,21% para canjarana e 0,10% a 0,12% para guanandi. Por outro lado, trabalhando com *Ceiba pentandra* e *Virola surinamensis*, NEVES (1999), encontrou teores de P que variaram entre 0,17% a 0,21% e 0,08% e 0,09% nas folhas de *Ceiba* e *Virola*, aos 43 e 55 meses de idade, respectivamente.

As concentrações de fósforo nas folhas, durante as diferentes estações, podem ser observadas na Figura 14.

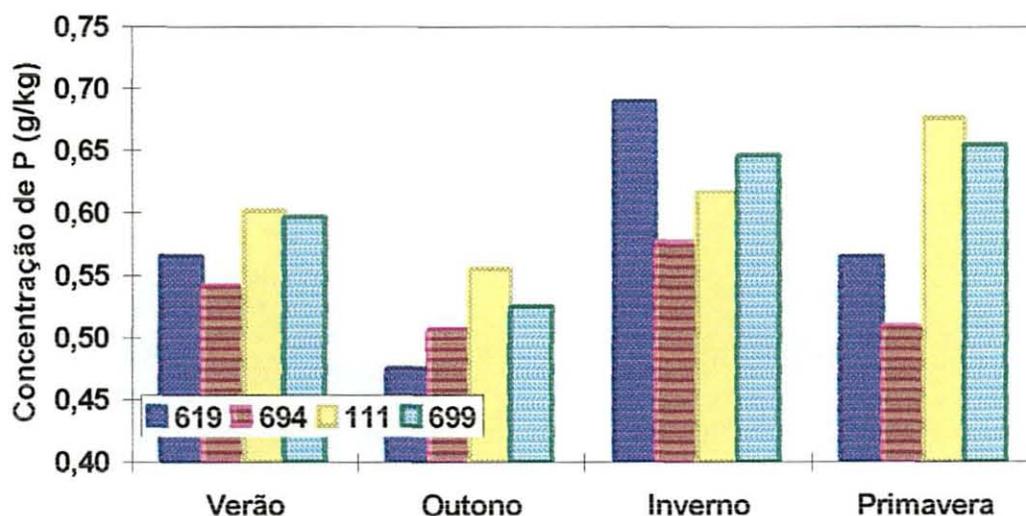


FIGURA 14. Teores de P nas folhas maduras de diferentes procedências de grevilea, nas quatro estações climáticas.

Diferença significativa foi observada para teores de P no outono e inverno, sendo que os maiores valores foram obtidos no inverno e na primavera, mas todos abaixo do nível crítico aceito para árvores do gênero *Eucalyptus*.

De forma geral, as mesmas observações feitas para N são válidas para o P, com inclusive, com a mesma tendência de um possível efeito de diluição nas estações em que a planta apresenta crescimento vigoroso e, as mesmas dificuldades de amostragem.

Levando-se em conta a importante participação do fósforo nos fosfolipídios, componente essencial da membrana celular, nos ácidos nucléicos, nos compostos energéticos como o trifosfato de adenosina, ATP, que fornece energia para diferentes processos metabólicos da planta como fotossíntese, respiração, síntese de proteína e desdobramento de carboidratos, absorção iônica ativa e óleos e gordura (MALAVOLTA, 1979 e MARSCHNER 1995), é de fundamental importância o conhecimento da relação N/P nos tecidos foliares. Esta relação variou de 26:1 à 29:1 nas folhas de árvores com idade aproximada de quatro anos, no outono e primavera, respectivamente. MEDINA *et al* (1984) mencionam que valores altos para as relações N/P indicam suprimento restrito de

fósforo pelo solo às plantas. Portanto, pelos dados coletados, há aparente deficiência de P. Como indicativos da possível deficiência de P, devem ser salientados, portanto, os baixos teores foliares encontrados, um possível efeito de diluição e a relação N/P muito alta.

4.3.1.3 Teores de potássio nas folhas

Os teores de potássio encontrados na M. S. nas diferentes procedências de grevilea variaram, significativamente ao nível de 5%, de 5,21 g/kg na procedência 694 à 7,21 g/kg na procedência 111. Estes valores correspondem a uma variação de 0,52% a 0,72% da M. S. produzida, respectivamente (Tabela 18). Estes teores, situam-se entre o valor considerado intermediário (0,60%) por DRECHSELL & ZECH (1991) e MARSCHNER (1995), para a nutrição da espécie trabalhada. O teor adequado para *Fucaliptos grandis* estaria entre 6,3 e 8,3 g/kg segundo BELLOTE (1993) e FERREIRA (1993).

Para mudas de araribá-rosa, canjarana e guanandi, todas com um ano de idade, as concentrações de K obtida nas folhas foram de 1,23 a 1,32% para araribá-rosa, de 0,94 a 1,29% para canjarana e de 0,91 a 1,10% para guanandi (CARVALHO, 1996).

NEVES (1999) detectou concentrações de 0,88 a 1,13% de K na M. S. de folhas de *Ceiba* com 43 e 55 meses de idade respectivamente. Em *Virola*, as concentrações para 43 e 55 meses de idade atingiram 0,63 e 0,49% de K na M. S. de folhas maduras.

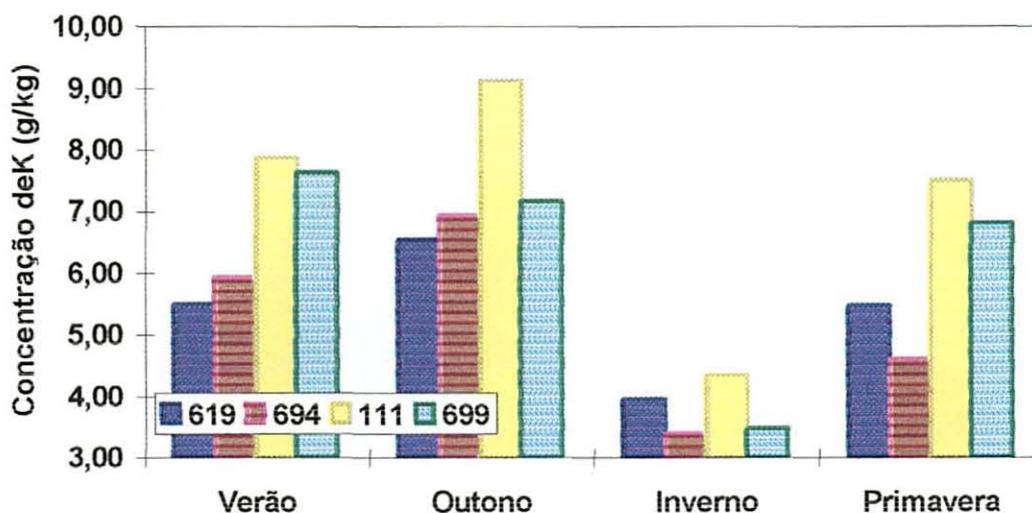


FIGURA 15. Teores de K nas folhas maduras de diferentes procedências de grevilea, nas quatro estações climáticas.

Devido às funções de catalisador, ativador enzimático, controlador dos movimentos estomáticos e relações hídricas exercidas pelo K na planta (KRAMER & KOSLOWSKI, 1979 e MARSCHNER, 1995) o monitoramento da relação K/Ca, é importante para inferir-se o estado nutricional da árvore. Segundo NEVES (1999), a *Ceiba* apresenta uma relação praticamente de 1:1 em ambas as idades, 34 e 55 meses. Para *Virola*, esta relação, em folhas maduras, gira em torno de 0,6:1 em ambas as idades estudadas.

No caso da grevilea, esta proporção variou de 0,3:1 no inverno a 0,8:1 no outono, contraste este significativo ao nível de 5% (Tabela 18), em plantas com idade entre 3 e 4 anos. Portanto, há dificuldade em se concluir pela adequação ou não desta relação pela sua elevada variação durante o ano. Há ainda a mencionar que KLINGER *et al.* (1983) sugerem que, dependendo da espécie, relações de 0,2:1 a 11,0:1 são indicadas para folhas adultas ou maduras.

A concentração do K apresentado pelas quatro procedências, durante as diferentes estações climáticas, é apresentada na Figura 15 e Tabela 18. A variação dos teores de K nas folhas entre as estações do ano é de grande magnitude, e, estatisticamente significativa, de

forma mais consistente do que foi observado para o N e P. Entretanto, não há padrão uniforme para esta variação entre os nutrientes N, P e K. Para o K, menores teores foram obtidos no inverno, para todas as procedências. No caso do P, isto ocorreu no outono e, no caso do N, no outono e no inverno. Evidentemente isto dificulta comparações entre dados e inferências quanto a possíveis estados nutricionais. O aparente efeito de diluição, à semelhança do N e do P, também ocorre com o K, podendo ser um indicativo de possível baixo suprimento deste nutriente.

Tanto na Figura 14 como na Figura 15, pode-se observar que os teores de P e K, respectivamente, foram mais elevados justamente nas procedências onde os teores dos mencionados elementos no solo foram mais baixos. Tal fato sugere que estudos genéticos direcionados para a eficiência de absorção destes nutrientes sejam feitos no futuro.

4.3.1.4 Teores de cálcio nas folhas

A análise de variância, na Tabela 19, apresenta diferenças significativas para procedências e estações climáticas, ao nível de 5%. No caso das procedências, o contraste apresentou diferença significativa apenas entre as procedências 619 e 699. Quanto às estações do ano, a diferença está no contraste entre o outono e o inverno. O comportamento das diferentes procedências durante as diferentes estações do ano pode ser observado na Figura 16.

Nas folhas maduras de grevilea, foram encontrados teores de Ca que variaram de 12,59 a 8,19 g/kg, ou seja, 1,26 a 0,82% de Ca na M. S. (Tabela 18). Esses valores situam acima do mencionado por DRESCHSEL & ZECH (1991). Entretanto, KLINGE *et al.* (1983) mencionam que a variação de cálcio nas folhas de árvores de espécies Amazônicas é de 0,48 a 38,74 g/kg. A diminuição dos teores do referido elemento encontrada neste trabalho, pode ser atribuída segundo ARMSTRONG e KIRKBY (1979), ao fato de esse nutriente se translocar para as partes aéreas das planta via xilema, sendo praticamente nula sua redistribuição via floema.

Quanto a absorção de Ca pelas plantas, a mesma pode ser feita tanto pelas espécies consideradas calcícolas como também pelas calcífugas. Nas espécies calcícolas, adaptadas a solos calcários, a concentração de Ca pode atingir mais de 10% do peso da matéria seca

sem causar sintomas de toxidez ou inibição de crescimento, enquanto que nas espécies calcífugas, adaptadas a solos ácidos, sua concentração é baixa. A variação na concentração do elemento é decorrente da diferença que existe entre as espécies, no que diz respeito a capacidade de troca de cátions na parede celular. Portanto, o uso do Ca pelas plantas é mais em função de suas necessidades metabólicas do que dos acúmulos existentes nos seus tecidos (HANSON, 1984; MARSCHNER, 1995).

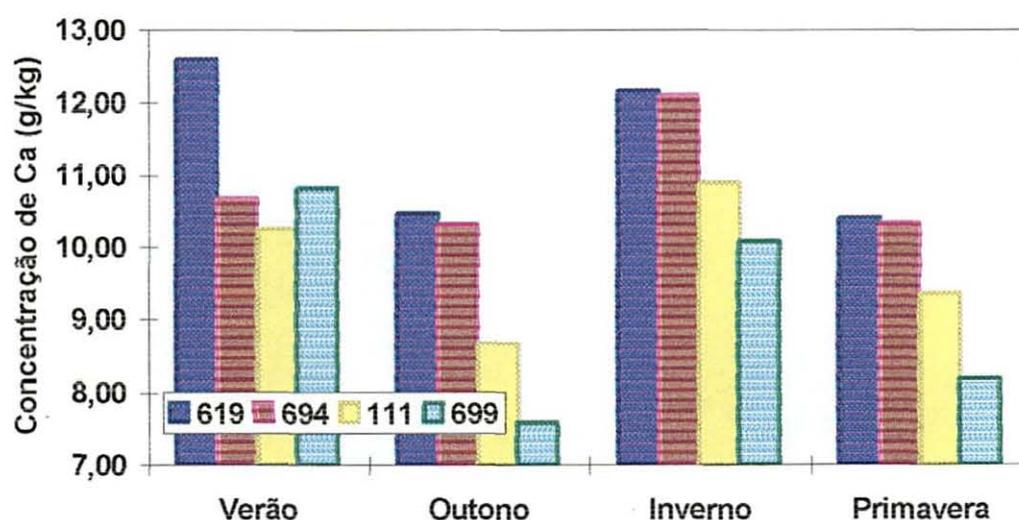


FIGURA 16. Teores de Ca nas folhas maduras de diferentes procedências de grevilea, nas quatro estações climáticas.

4.3.1.5 Teores de magnésio nas folhas

Os teores médios de Mg encontrados também diferiram estatisticamente entre procedências e épocas do ano. Os valores oscilaram entre 1,03 a 1,32 g/kg para as procedências 111 e 699, respectivamente; ou seja, 0,09 a 0,15% na M. S., sendo este significativo ao nível de 5% (Tabela 18). DRECHSEL & ZECH (1991), mencionam 0,15% na M. S. como sendo o valor intermediário para esta espécie. O Mg como elemento móvel na planta, comporta-se de forma similar ao N, P e K (SWITZER & NELSON 1972). No

caso do *Eucalyptus grandis*, o Mg, juntamente com o K, são os nutrientes que mais limitam o crescimento da espécie em plantios adubados com 200 g/planta da fórmula N:P:K (10:34:06), no cerrado de São Paulo (BELLOTE, 1990). O teor ótimo nas folhas, na mesma espécie, estaria entre 2,6 a 3,6 mg/g de M.S., o que se verifica quando a concentração de Mg no solo está acima de 0,1 m.eq/100g de solo. Os dados da Tabela 1 permitem verificar que essa condição não se aplica no presente trabalho. Os teores de Mg no solo estão abaixo do recomendado.

A variação observada entre as diversas épocas do ano dificultam as análises do estado nutricional, mas, os teores baixos das folhas e uma tendência aparente de efeito de diluição para as procedências de maior volume indicam que a grevilea pode beneficiar-se pela aplicação de fertilizantes contendo Mg.

A variação estacional dos teores de Mg foi estatisticamente significativa, como anteriormente ressaltado. Dos contrastes analisados, apenas o inverno foi significativamente diferente quando comparada com a primavera, sendo que, nesta última, observaram-se os menores teores para todas as procedências (Figura 17).

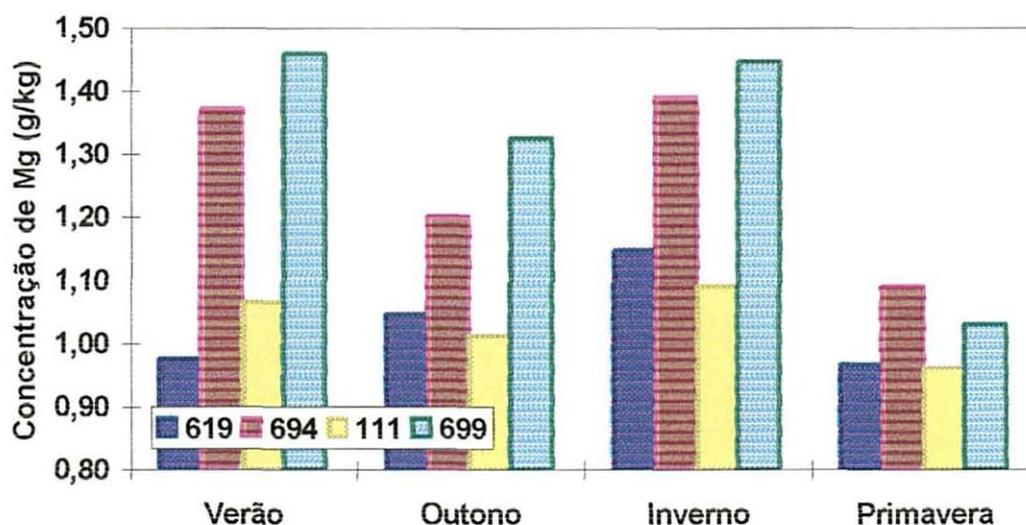


FIGURA 17. Teores de Mg nas folhas maduras de diferentes procedências de grevilea, nas quatro estações climáticas.

4.3.2 Concentração de micronutrientes nas folhas de grevilea

A maior variação na concentração de micronutrientes nas folhas foi observada entre as diferentes estações climáticas do ano. Observaram-se diferenças significativas entre procedências apenas para o Mn (Tabela 19).

Os teores médios revelados pela análise química das folhas das diversas procedências para os micronutrientes obedecem à seguinte ordem decrescente: Mn > Fe > Zn > Cu. A interpretação nutricional de teores foliares de micronutrientes é difícil, devido à incerteza e falta de informações sobre o assunto. No caso do gênero *Eucalyptus*, que é seguramente o mais estudado nas condições brasileiras, apresentam-se teores de, Cu, Fe, Mn e Zn bastante variados para esses elementos (BELLOTE, 1979; ROCHA FILHO *et al.*, 1979; SCHÖNAU, 1981a; 1981b; POGGIANI *et al.*, 1983; SILVA, 1983 e MORAIS, 1988). Ainda, para Fe, Mn e Zn, pouco é relatado entre teores foliares e limitações de crescimento (BELLOTE & FERREIRA, 1993).

TABELA 19. Médias e contrastes dos micronutrientes encontrados em folhas maduras de diferentes procedências de grevilea, para diferentes estações climáticas (Tabela proveniente do anexo 11A).

		Micronutrientes (mg/kg)			
		Cu	Fe	Mn	Zn
Procedência	619	7,06 (A)	218,44 (E)	1139,94 (I)	10,44 (M)
	694	6,13 (B)	136,06 (F)	667,31 (J)	9,00 (N)
	111	6,94 (C)	138,56 (G)	876,00 (K)	10,44 (O)
	699	7,25 (D)	135,75 (H)	491,69 (L)	9,50 (P)
Contrastes Para Valores Ranqueados	Contrastes	A - B ns	E - F ns	I - J ns	M - N ns
	Para	A - C ns	E - G ns	I - K ns	M - O ns
	Valores	A - D ns	E - H ns	I - L **	M - P ns
	Ranqueados	B - C ns	F - G ns	J - K ns	N - O ns
		B - D ns	F - H ns	J - L ns	N - P ns
	C - D ns	G - H ns	K - L ns	O - P ns	
Estações Climáticas	Verão	6,38 (A)	115,56 (E)	967,75 (I)	9,38 (M)
	Outono	7,63 (B)	152,50 (F)	994,13 (J)	8,38 (N)
	Inverno	5,69 (C)	207,25 (G)	347,06 (K)	10,63 (O)
	Primavera	7,69 (D)	153,50 (H)	866,00 (L)	11,00 (P)
Contrastes Para Valores Ranqueados	Contrastes	A - B ns	E - F ns	I - J ns	M - N ns
	Para	A - C ns	E - G *	I - K ns	M - O ns
	Valores	A - D ns	E - H ns	I - L ns	M - P ns
	Ranqueados	B - C ns	F - G ns	J - K *	N - O ns
		B - D ns	F - H ns	J - L ns	N - P *
	C - D *	G - H ns	K - L ns	O - P ns	
Teste de Friedman proced. (X^2_r)		5,76ns	7,50ns	12,0**	5,92ns
Teste de Friedman est. Ano (X^2_r)		10,85*	10,80*	8,40*	9,56*

** = altamente significativo (p ≤ 0,01); * = significativo (p ≤ 0,05) e ns não significativo

4.3.2.1 Teores de cobre e zinco nas folhas

Os teores de Cu e Zn na folhas diferiram significativamente apenas para as diferentes estações climáticas do ano (Tabela 19). A exemplo da maioria dos micronutrientes, poucas informações existem quanto à exigência ou tolerância de espécies florestais a estes elementos.

Para DRECHSEL & ZECH (1991), o teor de Cu considerado intermediário nas folhas de grevilea é de 11 ppm. Enquanto, MARSCHNER (1995) considera normal valores entre 4 a 20 ppm e tóxico os superiores a 20 ppm. No caso da grevilea, foram encontrados valores que variaram de 6,13 a 7,25 ppm de M. S. estando, deste modo, dentro de uma faixa baixa, mas, razoável para a espécie nas condições deste trabalho (Tabela 19).

Teores de 9,7 a 11 ppm foram considerados como limites satisfatórios de Cu por REISSMANN *et al.* (1987) para *Pinus spp.* e para *Araucaria angustifolia*, em idade adulta. CARVALHO (1996), estudando espécies nativas, afirma que plantas com um ano de idade, plantadas em solos semelhantes aos da área da grevilea, apresentaram em suas folhas tores de Cu que variaram de 7,2 a 12,6 ppm para o araribá-rosa, 8,6 a 11,2 ppm para a canjarana e, 8,2 a 19,6 ppm para o guanandi. DRECHSEL e ZECH (1991), mencionam em seu trabalho que o valor ótimo para o mencionado micronutriente está em torno de 11 ppm

Para árvores de *Ceiba* com 43 e 55 meses de idade, relata-se, para folhas maduras, teores de 9,60 e 16,96 ppm, respectivamente, e, no caso de *Virola*, reportam-se concentrações de 6,45 e 10,43 ppm de Cu na M. S. nas mesmas idades de *Ceiba* (NEVES, 1999).

Nas diferentes procedências dentro das diferentes estações do ano pode ser observado a variação da concentração do Cu na Figura 18.

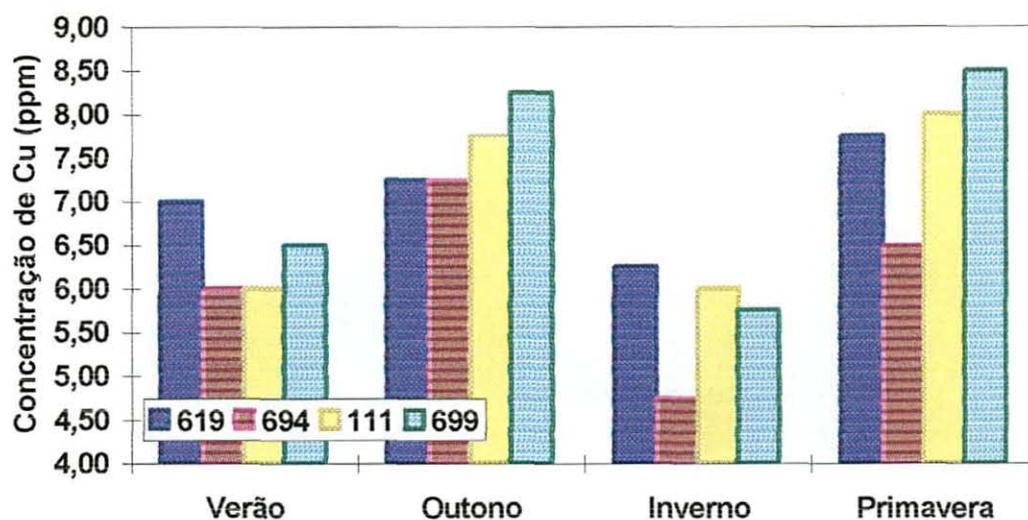


FIGURA 18. Teores de Cu em folhas maduras de diferentes procedências de grevílea, nas quatro estações climáticas.

Os teores de Zn variam, sensivelmente, com a idade e a espécie da árvore estudada. VILLEGAS *et al.* (1976) encontraram, em árvores com 50 anos de idade, 56,7 a 71,0 ppm e, CARVALHO (1996), registrou, em plantas com um ano de idade, valores pouco superiores aos apresentados neste trabalho: para o araribá-rosa, variação de 12 a 24,4 ppm, canjarana com valores variando de 22,8 a 37,2 ppm e guanandi de 34,4 a 48,4 ppm.

Concentrações da ordem de 16,25 e 21,12 ppm de Zn na M. S. nas folhas de *Ceiba* para as idades de 43 e 55 meses, respectivamente, e de 13,74 e 17,96 mg/kg de Zn na M. S. nas folhas maduras de *Virola* com idades 43 e 55 anos, são apresentados por NEVES (1999).

Os teores de Zn encontrados nas folhas das diferentes procedências de grevílea variaram de 9,0 a 10,4 ppm na M. S. (Tabela 19). MARSCHNER (1995), caracteriza como situação crítica concentrações inferiores a 15 ppm de Zn na M. S. Por outro lado, DRECHSEL & ZECH (1991) citam como sendo 18 ppm o valor considerado intermediário para grevílea.

No caso do *Eucalyptus grandis*, HERBERT & SCHÖNAU (1989) admitiram 18

ppm como concentração ótima em folhas maduras. Portanto, aparentemente as árvores de grevilea podem estar sofrendo deficiência de Zn. Entretanto, não foi possível inferir pelos dados coletados qualquer relação entre seus teores e o comportamento das procedências.

As variações entre as diferentes estações do ano são apresentadas para o Cu na Figura 17, e para o Zn na Figura 19. Variações de elevada magnitude são observadas para o Cu, com teores máximos no outono e na primavera, e, para o Zn, no inverno e na primavera. Diferenças significativas ao nível de 5% foram detectadas para os contrastes entre inverno e primavera, para o micronutriente Cu, e, outono e primavera, para o Zn. As razões para tais variações não são claras e dificultam análises de acompanhamento do estado nutricional das plantas.

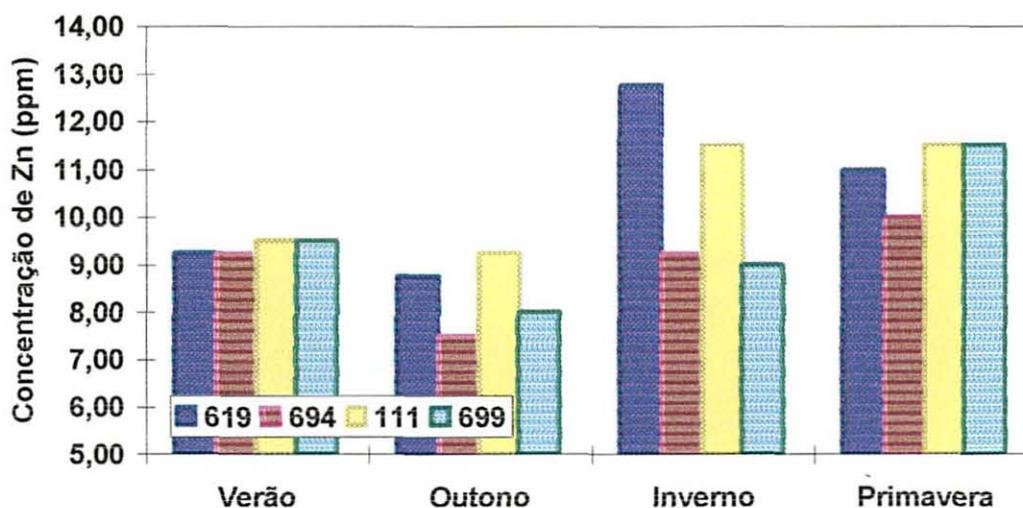


FIGURA 19. Teores de Zn nas folhas maduras de diferentes procedências de grevilea, nas quatro estações climáticas.

4.3.2.2 Teores de ferro e manganês nas folhas

As concentrações de Fe nas folhas de grevilea variaram de 136,06 a 218,44 ppm na M. S.. Estes valores situam acima do considerado intermediário por DRECHSEL & ZECH (1991) para grevilea. Entretanto, AMBERGER (1979) considerada normal teores situados entre 50 a 2.000 ppm.

Ao compararam-se os teores de Fe encontrados na grevilea, com o encontrado por CARVALHO (1996), que trabalhou no mesmo tipo de solo, observa-se, para o araribá-rosa, valores variando entre 858,6 e 1099 ppm, para canjarana, entre 153,8 e 275,8 ppm e, guanandi, com uma variação de 270,4 a 530,4 ppm, todos os teores superiores aos verificados neste trabalho.

Entretanto, teores foliares de 58,52 e 58,71 ppm de Fe na M. S., aos 43 e 55 meses de idade, foram obtidos em *Ceiba*. No caso de *Virola*, as concentrações foram ainda menores, sendo de 38,27 e 43,81 ppm de Fe na M. S., em folhas maduras, aos 43 e 55 meses de idade (NEVES, 1999). Os teores de Fe variaram de 4 a 200 ppm para *Pinus* e *Araucaria angustifolia*, segundo REISSMANN *et al.* (1987).

Apesar de não ter sido detectado diferenças significativas para procedências, suspeita-se de um comportamento diferenciado para a procedência 619 (Tabela 19 e Figura 20). Esta procedência é a que apresentou maior crescimento volumétrico e aparentemente a que apresentou maiores teores de Fe, independente da estação do ano. Sobre o assunto, MARSCHNER (1995), menciona que a absorção do Fe pelas plantas é altamente associada aos aspectos genéticos das mesmas.

A diferença detectada entre as diferentes estações climáticas do ano está ligada com o pH, potencial redox e compostos orgânicos no solo (MARSCHNER 1995). Os maiores teores de Fe nas folhas, independente da procedência, ocorreu no inverno. Os menores teores foram verificados no verão.

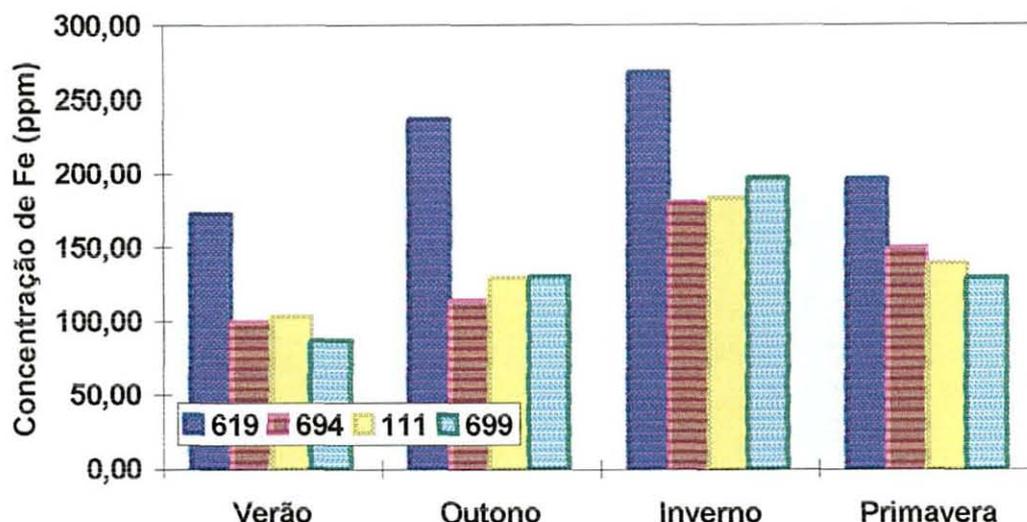


FIGURA 20. Teores de Fe nas folhas maduras de quatro diferentes procedências de grevillea durante as quatro estações climáticas do ano.

Os teores de Mn encontrados para grevillea foram bastante elevados, mostrando ser uma espécie exigente ou tolerante para este micronutriente. As concentrações variaram de 1139,94 a 491,69 ppm, referentes às procedências 619 e 699, respectivamente. No que diz respeito às estações do ano, os teores de Mn variaram entre 994,13 ppm no outono e 347,06 ppm no inverno. Para ambos os tratamentos, procedências e estações do ano, os contrastes foram significativos ao nível de 5% (Tabela 19).

As plantas podem absorver diferentes quantidades de Mn (MENGEL 1984), desde que as condições ambientais sejam favoráveis em termos de pH, potencial redox, (PAGEL *et al.*, 1982; GAMBREL, 1996) e compostos orgânicos (SHESTAKOV *et al.*, 1991).

A absorção do Mn varia entre famílias botânicas (STARK 1970), e mesmo entre espécies tropicais (ZECH *et al.*, 1991 e ZECH & DRECHSEL 1992), e com a idade das árvores (VILLEGAS *et al.*, 1976). Segundo esses autores, folhas de árvores com 50 anos de idade, apresentaram uma concentração média de 197 ppm de Mn na M. S.. CARVALHO (1996) registra em seu trabalho com três espécies nativas, com um ano de idade, e em solos semelhantes ao deste trabalho, uma variação para o araribá-rosa de 27,4 a 50 ppm, para canjarana entre 46 a 56,8 ppm e guanandi valores entre 34,4 e 48,4 ppm. A *Virola* e *Ceiba* comportam-se diferentemente com relação à absorção de Mn como relata

NEVES, (1999). Em *Ceiba* com 43 e 55 meses de idade, obteve-se teores de 12,95 e 13,94 ppm, enquanto que em *Virola*, 200,41 e 241,85 ppm, em folhas maduras. A *Ceiba* apresenta relação Fe/Mn maior que um, e em *Virola*, a relação Fe/Mn, é menor do que um. Na grevilea, esta relação Fe/Mn, variou no verão para a procedência 619 de 0,12 : 1 até 1,86 : 1 na procedência 699 no inverno. A variação observada para as diferentes estações do ano está relacionada principalmente à presença da água. Nos períodos de altas precipitações, como primavera, verão e outono, houve elevada absorção de Mn. No inverno, a precipitação foi bem menor, coincidindo com uma redução bastante significativa na concentração de Mn nas folhas da grevilea. O Fe apresenta tendência exatamente inversa à do Mn. Nas Figuras 20 e 21, é possível observar a variação antagônica do Fe e do Mn. Enquanto teores máximos de Fe são observados no inverno, neste mesmo período a concentração de Mn está em seu mínimo. Este fato pode ser nitidamente notado para todas as procedências que apresentam o mesmo comportamento em relação às estações do ano.

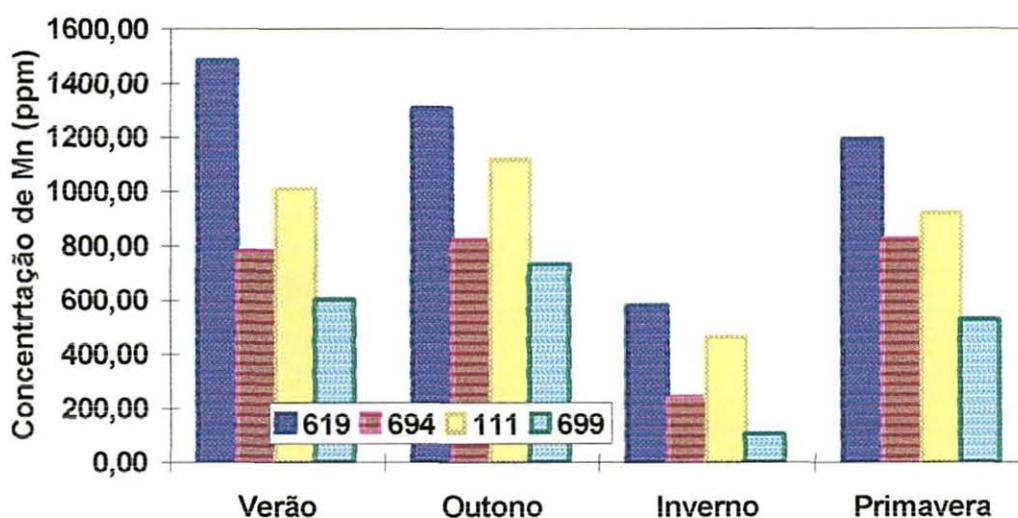


FIGURA 21. Teores de Mn nas folhas maduras de quatro diferentes procedências de grevilea durante as quatro estações climáticas do ano.

4.4 SERAPILHEIRA

As quantidades anuais de serapilheira retornada ao solo por procedência são apresentadas na Tabela 20. A análise estatística não paramétrica mostrou haver diferença significativa entre as procedências. Na mesma tabela, é possível observar que um povoamento com 1.111 árvores por hectare, ou seja, plantadas em espaçamento de 3x3 m, deposita, durante um ano, 10.267 kg/ha de serapilheira.

As quantidades de serapilheira depositadas pela grevilea podem ser consideradas elevadas quando comparadas com os resultados obtidos por LIMA (1987) e CARPANEZZI (1997), para as florestas de *Pinus spp* e *Eucalyptus spp.*, bem como para plantios de diversas espécies nativas como cambará, peroba, ipê e *Anadenanthera spp.*, mas esta próximo dos resultados para florestas tropicais e subtropicais.

A deposição de serapilheira em diferentes florestas estabelecidas no domínio da Floresta Ombrófila Mista, as áreas que mais se aproximaram foram os povoamentos de *Pinus taeda* com 15 anos de idade, na região de Ponta Grossa que apresentaram valores entre 8,2 a 8,4 ton/ ha, KOEHLER, et al. (1990) e bracatingais do sistema tradicional com 7 anos de idade (CARPANEZZI, 1997).

TABELA 20. Quantidade de serapilheira depositada (kg/ha) e correlação com o volume de madeira produzida, no período de um ano, em povoamento de grevilea de quatro procedências, aos quatro anos de idade, em Quedas do Iguaçu, PR.

Procedência N ^o	Volume (m ³)	Serapilheira depositada (kg/ha)
619	0,735	12387
694	0,543	10559
111	0,358	10371
699	0,377	7752
Média	0,503	10267
Correlação Spearman (r)		0,76**

** – altamente significativo (p ≤ 0,01) ; * – significativo (p ≤ 0,05) e ns não significativo

Entre as procedências estudadas, a deposição de serapilheira obedeceu a seguinte ordem decrescente: 619 (12.387 kg/ha) > 694 (10.559 kg/ha) > 111 (10.371 kg/ha) > 699 (7.752 kg/ha). Observou-se tendência estatisticamente significativa para as procedências que produziram maiores volumes de madeira depositarem maiores quantidades de

serapilheira. Resultados similares são reportados em outros trabalhos (LIMA, 1987; MELO *et al.* 1993 e VETTORAZZO *et al.* 1993).

4.4.1 Concentração e deposição de N, P, K, Ca e Mg na serapilheira de grevilea

Os teores médios na serapilheira de grevilea de N, P, K, Ca e Mg, são apresentadas na Tabela 21. Os teores obedecem a seguinte ordem decrescente: N > Ca > K > Mg > P. Entre as procedências estudadas, N e P foram os nutrientes que apresentaram a maior e a menor concentração, respectivamente. Dentre os teores encontrados para os nutrientes, apenas o teor de P está correlacionado estatisticamente com o volume de madeira produzido.

TABELA 21. Concentrações médias de macronutrientes (g/kg) devolvidos ao solo e correlação com o volume de madeira produzida, no período de um ano, em povoamento de grevilea de quatro procedências, em Quedas do Iguaçu, PR.

Procedência N ^o	Volume (m ³)	Macronutrientes (g/kg)				
		N	P	K	Ca	Mg
619	0,735	11,03	0,30	1,28	9,36	0,55
694	0,543	10,17	0,29	1,28	10,14	0,61
111	0,358	11,65	0,33	1,42	9,37	0,49
699	0,377	11,51	0,37	1,09	8,67	0,68
Média	0,503	11,09	0,32	1,27	9,39	0,58
Cor. Spearman (r)	-	-0,34ns	-0,65*	-0,06ns	0,18ns	0,22ns

** = altamente significativo (p ≤ 0,01); * = significativo (p ≤ 0,05) e ns não significativo

O valor de r (correlação de Spearman) é negativo para o P, e, embora não seja elevado indica tendência para as procedências com maior volume translocarem eficientemente o nutriente. A título de exemplo, para mostrar a importância desse resultado, admita-se que a concentração de P fosse a mesma para as procedências 699 e 691. A deposição de P na serapilheira seria de 2,86 kg/ha e 4,58 kg/há, respectivamente, para a 699 e 619. Entretanto, para a procedência 619 (Tabela 22), registrou-se apenas 3,72 kg/há, ou seja, 0,86kg/ha a menos. Portanto, isto representa que praticamente 30 % do P total depositado pela procedência de menor volume é translocado pela procedência mais produtiva.

Partindo das quantidades de serapilheira depositadas pelas diferentes procedências e de suas concentrações médias obtidas para os macronutrientes estudados, calculou-se as respectivas quantidades de nutrientes devolvidas ao solo pela serapilheira. Os resultados para macronutrientes são apresentados na Tabela 22.

TABELA 22. Conteúdo médio de macronutrientes (kg/ha) devolvidos ao solo e correlação com o volume cilíndrico produzido, no período de um ano, em povoamento de grevilea de quatro procedências, em Quedas do Iguaçu, PR.

Procedência N ^o	Volume (m ³)	Macronutrientes (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
619	0,735	136,63	3,72	15,85	115,94	6,81
694	0,543	107,38	3,06	13,51	107,07	6,44
111	0,358	120,72	3,42	14,73	97,17	5,08
699	0,377	89,22	2,86	8,45	67,21	5,27
Média	0,503	113,49	3,27	13,14	96,85	5,90
Cor. Spearman (r)	-	0,67**	0,54*	0,47ns	0,63*	0,73**

** = altamente significativo ($p \leq 0,01$); * = significativo ($p \leq 0,05$) e ns não significativo

Na Tabela 22, pode-se observar que a procedência 619 foi a que depositou as maiores quantidades de N, P, Ca e Mg, porém, diferenças significativas atribuídas ao maior volume produzido foram observados para todos os macronutrientes, exceto para o K. Este resultado foi constatado por MELO *et al.* (1993), trabalhando com diferentes procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus camaldulensis*.

Dos macronutrientes estudados, N e Ca foram os nutrientes que retornaram em maior quantidade, enquanto que o menor retorno foi de fósforo.

Comparando-se os resultados obtidos em grevilea, com a extensa revisão de dados de deposição de nutrientes na serapilheira feita por LIMA, (1987) e CARPANEZZI, (1997), a quantidade de N depositada ao solo pela serapilheira de grevilea é elevada quando comparada a outras formações florestais. Esses resultados devem-se ao fato de, no caso de N e Ca, serem os nutrientes com as maiores concentrações na serapilheira analisada e, no caso de P, o de menor (Tabela 21). Especificamente, no caso do Ca e P, a disponibilidade desses nutrientes no solo da área de estudo (Tabela 1) contribuíram de forma decisiva para esses resultados. No que diz respeito ao N, fato observado por PEREIRA *et al.* (1984), pode ser à constatação de que as folhas são a parte das árvores que mais armazenam o mencionado nutriente. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por HAAG (1985) e

MELO *et al.* (1993), com espécies do gênero *Eucalyptus* plantadas em solos do cerrado brasileiro.

Os registros da deposição de K e Ca são muito variáveis. A comparação dos resultados deste trabalho com os registros de LIMA, (1987); CARPANEZZI, (1997) e MELO *et al.* (1993) demonstram que a deposição de K pode ser considerada pequena, e, a do Ca, para as procedências mais produtivas elevada.

Para o Mg, os dados de grevilea são comparáveis apenas às menores deposições registradas (LIMA, 1987; CARPANEZZI, 1997 e MELO, *et al.* 1993).

4.4.2 Concentração e deposição de Cu, Fe, Mn e Zn na serapilheira de grevilea

A Tabela 23 apresenta concentrações médias de Cu, Fe, Mn e Zn constantes da serapilheira depositada por grevilea. Os teores obedecem a seguinte ordem decrescente: Mn > Fe > Zn > Cu.

Estatisticamente, os teores encontrados para os nutrientes analisados não mostram diferenças significativas atribuíveis ao volume produzido. Porém, quando se analisa a quantidade produzida de microelementos, observou-se diferenças significativas atribuíveis ao maior volume produzido de madeira e, portanto, às diferentes procedências para os microelementos Cu, Fe e Mn (Tabela 24). Tal fato pode ser decorrente de possíveis diferenças entre as mesmas, no que diz respeito à capacidade de absorção do citado elemento do solo e, evidentemente, à maior deposição de serapilheira pelas procedências mais produtivas.

TABELA 23. Concentração média de micronutrientes (ppm) na serapilheira de diferentes procedências de grevilea.

Procedência N ^o	Volume (m ³)	Micronutrientes (ppm)			
		Cu	Fe	Mn	Zn
619	0,735	4,94	335,00	921,56	12,31
694	0,543	4,56	289,25	760,75	13,88
111	0,358	5,19	325,88	862,94	16,13
699	0,377	5,44	323,70	677,88	14,19
Média	0,503	5,03	318,46	805,78	14,13
Cor. Spearman (r)	-	-0,50ns	0,13ns	0,30ns	-0,32ns

** = altamente significativo (p ≤ 0,01) ; * = significativo (p ≤ 0,05) e ns não significativo

Na Tabela 24, observa-se que a procedência 619 foi a que depositou maiores quantidades de Cu, Fe e Mn, enquanto que a 111 apresentou o maior conteúdo de Zn. Os maiores conteúdos depositados foram para Mn e Fe e o menor para Cu. Nos estudos realizados por MELO et al. (1993), as conclusões obtidas foram semelhantes, as procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus camaldulensis* com maiores crescimentos, produziram maiores quantidades de serapilheira e depositaram maiores quantidades de micronutrientes.

TABELA 24. Conteúdo médio de micronutrientes (mg/ha) na serapilheira de diferentes procedências de grevilea.

Procedência Nº	Volume (m ³)	Micronutrientes (mg/ha)			
		Cu	Fe	Mn	Zn
619	0,735	61,19	4149,65	11415,36	152,48
694	0,543	48,15	3054,19	8032,76	146,56
111	0,358	53,82	3379,70	8949,55	167,28
699	0,377	42,17	2509,32	5254,92	110,00
Média	0,503	51,33	3273,22	8413,15	144,04
Cor. Spearman (r)	-	0,54*	0,73**	0,58*	0,41ns

** = altamente significativo ($p \leq 0,01$); * = significativo ($p \leq 0,05$) e ns não significativo

MARSCHNER (1995) e ROGERS & WESTMAN (1977) mencionam existir concentrações significativas de manganês em serapilheira de florestas nativas de *Eucalyptus sp.* na Austrália e de árvores de diferentes espécies pertencentes às florestas tropicais úmidas do Panamá.

Com referência a Fe, as quantidades elevadas na serapilheira das procedências estudadas pode ser atribuída ao fato de o solo em questão ser classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, com boa disponibilidade desse micronutriente.

Quanto ao fato de Cu ter sido o micronutriente com menor conteúdo na serapilheira das procedências estudadas, o mesmo pode-se atribuir a baixa disponibilidade do elemento pelo solo (Tabela 1). Dentro desse enfoque, FASSBENDER & BORNEMISZA (1994) mencionam que a sua solubilidade é afetada pelo pH do solo.

5. CONCLUSÕES

Em função dos objetivos inicialmente propostos, os resultados obtidos neste trabalho permitem as seguintes conclusões:

1 - As procedências de *Grevillea robusta* implantadas, em Nova Esperança, PR apresentaram crescimento médio anual em altura, diâmetro e volume cilíndrico maior que em Quedas do Iguaçu, PR.

2 - As melhores procedências de *Grevillea robusta* para as regiões Noroeste e Sudoeste do Paraná provém de regiões de maiores latitudes, e menores longitudes e altitudes, da Austrália.

3 - As procedências de maiores volumes cilíndricos, aos três anos de idade, na região Noroeste do Estado do Paraná, foram a 621, 619, 616 e 615, identificadas respectivamente como Mc Phersons, Fine Flower, Paddys Flat e Bottle Creek.

4 - Para a região Sudoeste do Estado do Paraná, as procedências que apresentaram os maiores volumes cilíndricos foram, a 619, 615, 617 e 621, identificadas respectivamente como Fine Flower, Bottle Creek, Mummulgum e Mc Phersons.

5 - Nas regiões testadas, os ganhos genéticos estimados para o volume cilíndrico, das procedências australianas, com três e quatro anos de idade, foram, respectivamente, de 99% e 71% em relação à testemunha.

6 - A transformação de ambas as áreas experimentais em Pomar de Sementes por Mudas resultará em ganho genético praticamente igual ao ganho genético alcançado pela melhor procedência, ou seja, 148% e 117%, respectivamente, para o Noroeste e Sudoeste do Paraná.

7 - A seleção dos trinta melhores indivíduos, em ambos os experimentos, resultará em Pomares Clonais com ganhos genéticos superiores à testemunha em 187 % e 153% para o Noroeste e Sudoeste do Paraná, respectivamente.

8 - Devido às dificuldades práticas, custos envolvidos, e as estimativas de ganho genético a serem obtidos, recomenda-se a transformação dos Teste de Procedências em Pomares de Sementes por Mudas e, futuramente, a implantação dos Pomares Clonais, não havendo necessidade da reintrodução de sementes das melhores procedências.

9 – Em média, a grevilea apresenta concentrações de clorofila **a** 12% mais elevadas **a** em relação à clorofila **b**, no verão, e 27% mais elevadas no inverno.

10 – A clorofila **b** está positivamente correlacionada com o incremento em altura e a relação clorofila **a/b** está negativamente correlacionada com incrementos em altura, diâmetro e volume cilíndrico. Estas variáveis não podem ser utilizadas como instrumento de seleção precoce de procedências.

11 - O peso específico foliar e a área específica foliar, foram semelhantes, independentemente da estação climática do ano, porem, as procedências de origem australiana diferem significativamente da procedência utilizada localmente.

12 - Os teores médios dos macronutrientes nas folhas maduras de grevilea, obedecem à seguinte ordem decrescente: $N > Ca > K > Mg > P$. Entre as procedência e épocas estudadas, o N e P, foram os macronutrientes que apresentaram o maior e a menor concentração, respectivamente.

13 - Os teores médios dos micronutrientes nas folhas maduras de grevilea, obedecem a seguinte ordem decrescente: $Mn > Fe > Zn > Cu$. Entre as procedências e épocas estudadas, o Mn e Cu foram os micronutrientes que apresentaram a maior e a menor concentração, respectivamente.

14 – A deposição de serapilheira pelas diversas procedências de grevilea é positivamente correlacionada com o volume de madeira produzido.

15 – A produção em volume de madeira de grevilea é diretamente relacionada com os conteúdos de todos os macro e micronutrientes, exceto para K e Zn.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABROL, Y. P.; MOHANTY, P.; GOVINDJEE. **Photosynthesis: photoreactions to plant productivity**. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 1993. 607p.
- AMBERGER, A. **Pflanzenernährung - ökologische und physiologische grundlagen**. Stuttgart: Eugen Ulmer, 1979. 846p.
- AMO, S. R. del. Alguns aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juveniles de especies primarias. In: GOMEZ-POMPA, A.; AMO, S. R. del (Ed.) **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz. México**. México, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bioticos. 1985. T.2, p.79-92.
- ANDRAE, F. H. **Ecologia florestal**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria/ Centro de Ciências Rurais, 1978. P.9-26.
- ASHTON, D. H. Studies of litter in *Eucalyptus regnas* forest. **Australian Journal of Botany**. Melbourne, n.23, p. 413-433, 1975.
- ASHTON, D. H. Phosphorus in forest ecosystems at Beenak Vitoria. **Journal of Ecology**, Oxford, n.64, p.171-186, 1976.
- ATTIWILL, P. M.; GUTHRIE, H. B. & LEUNING, R.. Nutrient eyeeling in a *Eucalyptus obliqua* (L'Herit) forest.I. Litter production and nutrient return. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, n.261, p.79- 91, 1978.
- AWAD, M. & CASTRO, R. C. **Introdução à fisiologia vegetal**, Piracicaba USP, 1983. 177p.
- BARROS, M. G. Arquitetura floral e polinização de *Grevillea robusta* Cunn. in : CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA (47.:1996: Nova Friburgo). **Resumos**, Rio de Janeiro, Sociedade Botânica do Brasil, 1996. p. 399
- BARNES , J. D.; BALGUER, L.; MANRIQUE, E.; ELVIRA, S.; DAVISON, A. W. A reappraisal of the use of DMSO for extraction and determination of chorophylls a and b in lichens and higher plants. **Enviromental and Experimental Botany**. Elmsford, v.32, n.2, p.85-100, 1992.
- BELLEFFONTAINE, R. *Grevillea robusta* A. Cunn. ex R. Br. **Le Flanboyant**, Nogent-sur- Marne, n. 30, juin 1994.
- BELLOTE, A. F. J. **Concentração, acumulação e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* (Hill ex-Maiden) em função da idade**. Piracicaba, 1979. 129 p. Dissertação (mestrado) – ESALQ/USP.

- BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, A. C. Nutrientes minerais e crescimento de árvores adubadas de *Eucalyptus grandis*, na região do cerrado, no Estado de São Paulo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.26/27, p.17-28. 1993.
- BELLOTE, A. F. J. **Naherlementversorgung und Wuchsleistung von gedungenen *Eucalyptus grandis* - Plantagen im Cerrado von Sao Paulo (Brasilien)**. Freiburg, 1990. 159p. Tese (Doutorado) - Institute für Bodenkunde und Waldemahrungslehre der Albert Ludwigs, Universität Freiburg.
- BHARDWAJ, S. N.; SINGH, K. P. Relation between specific leaf weight, leaf conductance, carbon exchange rate and chlorophyll contents in genotypes of upland cotton *Gossypium hirsutum* (Linn.). **Indian Journal of Plant Physiology**. New Delhi : v.31,n.1, p112-110, 1988
- BOLAND, B. C. Forest trees of Australia. East Melbourne: Nelson / CSIRO, 1984. 687 p.
- BROUGH, P. The life - history of (*Grevilea robusta*) Cunn. PROCEEDINGS OF THE LINNAEAN SOCIETY OF NEW WALES . 1993. 58 p.33-73 .
- BRY, J. R. & GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecological Research**, v. 2 p. 101-157, 1964.
- CALDAS, L. S.; BRAVO, C.; PICCOLO, H.; FARIA, C. R. S. M. Measurement of leaf area a hand-scanner linked to a microcomputer. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Brasilia, v.4, n.1, p.17-20, 1992
- CAMPOS, H. de. **Estatística experimental não-paramétrica**. Piracicaba: ESALQ. Departamento de Matemática e Estatística, 1979. 343 p.
- CARDOSO, A. *et al.* **Aptidão agrícola dos solos do noroeste do Estado do Paraná- (Interpretação do levantamento de reconhecimento de solos)**. EMBRAPA-CPP/CERENA. Curitiba. 1975. 42P (Boletim Técnico nº 32).
- CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folheto e seus nutrientes em povoamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) na região metropolitana de Curitiba – PR**. Rio Claro, 1997.; 154p. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista.
- CARPANEZZI, A. A. ; BRITO, J.O. ; FERNANDES, P. ; JARK FILHO, W.. Teor de macro e micronutrientes em folhas de diferentes idades de algumas essências florestais nativas. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v.33, p.225-231, 1976.

- CARVALHO, P. E. R. Influência da intensidade luminosa e do substrato no crescimento, no conteúdo de clorofila e na fotossíntese de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. subsp. *canjerana*, *Callophyllum brasiliense* Camb. E *Centrolobium robustum* (Vell.) Mart. *Ex Benth.*, na fase juvenil. Curitiba, 1996: 157 p. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies introduzidas alternativas às do Gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* para reflorestamento no centro-sul do Brasil. in: GALVÃO, A.P.M. (Coord.). **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**, Colombo: Embrapa Florestas, 1998, p.75-99.
- CLARKE, G. L. **Elementos da ecologia**. Barcelona. Omega, 1971. 637p.
- CONCEIÇÃO, P. N. Alguns aspectos ecofisiológicos de florestas tropicais úmidas de terra firme. *Acta Amazônica*, Manaus, v.7, n.2, p.151-178, 1977.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262p.
- DECKER, J. P. Effect of temperature on photosynthesis and respiration in red and loblolly pines. *Plant Physiology*, n.19, p.679-688, 1944.
- DEVIN, R. M. & BARKER, A. V. **Photosynthesis**, Massachusetts USA, 1971. 304p
- DIETRICH, A. B. **Relações entre os teores de elementos nutritivos nas acículas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., e dados de crescimento**. Curitiba, 1976. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Paraná.
- DRECHSEL, P.; ZECH, W. Foliar nutrient levels of broad-leaved tropical trees: a tabular review. *Plant and soil*. v.131, p.29-46, 1991.
- DRUMOND, M.A.; POGGIANI, F. Distribuição da biomassa e dos nutrientes em plantações puras e consorciadas de *Liquidambar styraciflua* e *Pinus caribaea hondurensis*. In: In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1.; 1993: Curitiba). CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.; 1993: Curitiba). **Anais...** São Paulo; Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. v.1. p.234-239.
- DURIGAN, G. **Efeitos de quebra-ventos de (*Grevilea robusta*) Cunn. sobre a velocidade do vento**. Piracicaba, 1986. 74 p. Tese (Mestrado) – ESALQ/USP.
- EHLER, J. H. The temperature of leaves of *Pinus* in winter. *American Journal of Botany*. n.2, p.32-70, 1915.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná. Brasília: EMBRAPA - DDT, 1986. 89p.

- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, (Rio de Janeiro, RJ). **Métodos de análise de solos e calcáreos**. Rio de Janeiro, 1979. p.8-32.
- ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. Piracicaba, 1989. 202p. Tese (mestrado). ESALQ/USP.
- EVANS, J. **The effect of light on plant growth**. Berkeley, University of California Press, 734p (Studies in Ecology, I), 1973.
- FASSBENDER, H.W. **Bases edafológicas de los sistemas de producción agroforestales**. Turrialba: CATI, 1984. 191p. (Serie Materiales enseñanza).
- FASSBENDER, H.W.; BORENMIZA, E. **Química de suelos: con énfasis en suelos de América Latina**. 2.ed. San Jose: IICA, 1994. 420p.
- FERREIRA, A.C.; ARAUJO, A.J. de. **Procedimentos e recomendações para testes de procedências**. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. (Série documentos,6).p.29.
- FERREIRA, A. C. **Nutritional aspects of the management of *Eucalyptus* plantations on poor sandy soils of the Brazilian Cerrado region**. Michaelmas Term, 1989. 193p Tese (doutorado) - Oxford University
- FERREIRA, A. C. **Nutrição mineral de florestas plantadas: O estado atual e tendências da pesquisa e da prática**. In: In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1., 1993: Curitiba). CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.; 1993: Curitiba). **Anais...** São Paulo; Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. v.3. p.157-162.
- FERREIRA, C.A.; MARTINS, E.G. O potencial da grevilea (*Grevillea robusta*) Cunn para reflorestamento. In: GALVÃO, A.P.M. (Coord.) **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, 1998, p.6.
- FERRI, M. G. **Ecologia : temas e problemas brasileiros**. São Paulo : EDUSP, 1974, p.28.
- FISHER, R.F. Amelioration of degraded rain forest soils by plantations of native trees. **Soil Science Society of American Journal**, v.59, p.544-549, 1995.
- FREELAND, R.O. Apparent photosynthesis in some conifers during the winter. **Plant Physiology**. n.19, p.179-185, 1944.
- GALVÃO, F. **Variação sazonal da fotossíntese líquida e respiração de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Illex paraguariensis* St. Hil. e *Podocarpus lambertii* Kl, em função da intensidade luminosa e temperatura**. Curitiba, 1986. 116p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná.

- GAMBREL, R.P. Manganases. In: BARTELS, J.M.; BIGHAM, J.M. **Methods of soil analysis**. [S.l.]: Madison, 1996. p.665-682.
- HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill. 1985, 144p.
- HALL, D. O.; RAO, K. K. **Fotossíntese**. São Paulo, EPU/EDUSP, 1980, p.18-71. (Tema de Biologia,10).
- HARWOOD, C. E. **Grevillea robusta an annotated bibliography**. Canberra: International Council for Research in Agroforestry, 1989.
- HARWOOD, C. E. Natural distribution and ecology of *Grevillea robusta* Cunn. In: HARWOOD, C. E. **Grevillea robusta in agroforestry and forestry**. Naerobi: ICRAF, 1992. p.10.
- HARWOOD, C. E.; GETAHUN, A. Autralian tree finds success in Africa. **Agroforestry Today**, n.2, p.10, 1990.
- HAUGERUD, A.; COLLINSON, M. P. Plants genes and people: improving the relevance of plant breeding in África. **Experimantal Agriculture**, v. 26, p.341-362, 1990.
- HEATH, O. V. S. **Physiologie der photosynthese**. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1972.
- HERBERT, M. A.; SCHÖNAU, A. P. G. Fertilizing commercial forest species in southern Africa. Research progress and problems. Paper presented in Symposium: **Mineralversorgung tropischer Waldbaume**. Bayreuth. 1989.
- HILDEBRAND, E. E.; BLUM, W.E.H.; DIETRICH, A. B. Metodologia de amostragem e análise química das acículas de Araucária angustifolia (Bert.) Ktze. II influência do local de amostragem na copa. **Floresta**, Curitiba, v.7, n.92, p.9-15, 1976
- HISCOX, J. D.; ISRAELSTAM, G. F. A method for the extraction of chorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian Jornal of Botany**, Ottawa, n. 57, p.1332-1334. 1979.
- HOGAN, K. P.; SMITH, A. P.; SAMANIEGO, M. Gas exchange in six tropical semi-deciduous forest canopy tree species diring the wet and dry seasons. **Biotropica**, St. Louis, v.27, n.3, p.324-333, 1995.
- INOUE, M. T. **Fundamentos ecofisiológicos para a silvicultura de (*Cedrela*) spp.** Curitiba, 1978. 91p Tese (Professor) - Universidade Federal do Paraná.

- INOUE, M.T.; VIEIRA, J. D.; CORREA, G. A. Estudo comparativo do desempenho fotossintético entre mudas micropropagadas e estaqueadas de 4 clones do híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (6.: 1990: Campos do Jordão). **Anais**. São Paulo: SBS / SBEF, 1990. p.493-267 .
- INOUE, M. T.; REISSMANN, C. B.; WANDEMBRUCK, A.; MORAES, M.; CONEGLIAN, S. J. G. Efeitos da poluição na fotossíntese, conteúdo de ferro e cobre e dimensões das folhas de alfineiro (*Ligustrum lucidum*) da arborização de Curitiba, Pr. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA (3. 1990: Curitiba). **III Encontro...** Curitiba: FUPEF / Universidade Federal do Paraná, 1990. p.170-180.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ . **Cultura do café no Brasil** , Rio de Janeiro , 1981 . 23 p .
- IVANOVA, A.; VELIKOVA, A. Bio indication of stress in *Betula pendula* in conditions of pollution in Sofia. **Fiziologiya na Rasteniyata**. Sofia, v.16, n.3, 76p, 1990.
- JACKSON, M. T. **Analisis quimica del suelos**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1964.
- JACOBS, M. **The tropical rain forest - a first encounter**. Berlin: Springer Verlag, 1988. 295p.
- JOHNSON, C.; FRANCO, A. C.; CALDAS, L.S. Fotossíntese e resistência foliar em espécies nativas do cerrado: metodologia e resultados preliminares. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v.6, n.2, p.91-97, 1983.
- JOHNSON, C. M.; ULRICH, A. **Analitycal methods**. California Agricultural Experiment Station, 1959. (Bulletin, 766).
- JURIK, T. W.; Temporal and spatial patterns of specific leaf weight in successional northern hardwood tree species. **American Journal of Botany**, New York, v.73, n.8, p.1088-1092, 1986.
- KAUL, R. N.; ROY, D. R. Chlorophyll stability index, a suitable criterion for rapid screening of tree provenance in arid zones. **Experientia**, Basle, v.23, n.1, p.37-38, 1967.
- KHARLAMOVA, N. V.; Pigment content in the needles of *Pinus sylvestris* of different provenance. **Molod. -uncheniye**, v.196, p.204-207, 1980.
- KIMURA, M.; Seasonal change in specific needle weight of *Pinus thunbergii*. **Ecological Research**, Carlton South, v.7, n.2, p.198-202, 1992.
- KLINGE, H.; Foliar nutrient levels of native tree species from Central Amazonia. 1. Inundation forest. **Amazoniana**, v.8, n.1, p.19-45, 1983.

- KOEHLE, C. W.; SOARES, R. V.; REISSMANN, C. B. Variação estacional da deposição de serapilheira em povoamentos de *Pinus taeda* na região de Ponta Grossa – PR. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (6.: 1990: Campos do Jordão). **Anais**. São Paulo: SBS / SBEF, 1990. p.509 - 519.
- KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1979. 745p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: Ed. Pedagógica e universitária, 1986. 319p.
- LEAF, A. L. Plant analysis as an aid in fertilizing forest. In: WALSH, L.M.; NAMBIAR, I.D. (Ed) **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1984. p.427-454.
- LEAL, A. C.; RAMOS, A. L. M. Desempenho de procedências de grevillea robusta A. Cunn no norte do Paraná aos dois anos de idade. **Anais: Forest** 99. Curitiba. 1999. 1 CD Rom.
- LIMA FILHO, J. M. P. Ecofisiologia do umbuzeiro. Fotossíntese e transpiração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL (5.:1995:Lavras). **Resumos**. Lavras: Lavras, 1995. p.287.
- LIMA, W. de P. **O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais**. São Paulo: ARTPRESS, 1987. 114p.
- LINDER, S. A proposal for the use of standardized methods for chlorophyll determination in ecological and ecophysiological investigations. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, n.32, p.154-156, 1974.
- MAGALHÃES, A. C. N. Fotossíntese. In: FERRI, M.G. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. p.117-166
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral. In: FERRI, M. G. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1979. v.1, p.97-116.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596p.
- MALAVOLTA, E.; MALAVOLTA, M. L. Diagnose foliar - princípios e aplicações . In: BULL, L. T.; ROSPLEM, C. A. **Interpretação de análise química de solo e plantas para fins de adubação**. Botucatu: FEPAF, 1989. p.227-308.
- MARIANO, M. C.; FURTADO, J. S.; VUONO, Y. S. de. **Glossário de termos usuais em ecologia**. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1980.

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2ed. London: Academic Press. 1995.
- MARSCHNER, H.; KIRKBY, E. A.; ENGELS, C. Importance of cycling and recycling of mineral nutrients within plants for growth and development. **Botany Acta**, v.110, p.265-273, 1997.
- MASON, C. F. **Decomposição**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980. 889p.
- MATTHAEI, G. L. C. The effect of temperature on carbon dioxide assimilation. **Annals of Botany**, v.16, p 591-593, 1902.
- MEDINA, E. Nutrient balance and physiological processes at leaf level. In: E. MEDINA, E.; MOONEY, H. A.; VAZQUEZ-YANES, C. **Physiological ecology of plants of the wet tropics**. The Hague: Junk, 1984. p.139-154.
- MELO, J. T de.; MOURA, V. P. G.; RESCK, D. V. S. Acúmulo de serrapilheira e de nutrientes por *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden e *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh em área de cerrado. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.: 1993: Curitiba). **Anais**. São Paulo: SBS / SBEF . 1993. p.217-220 .
- MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. D. C.; MELLO, H. A.; VEIGA, A. A. Efeito de adubação nitrogenada, fosfatada e potássica sobre o “stand” em *Eucalyptus alba* Reinw. In: CONFERENCIA MUNDIAL DO EUCALIPTO. (2.: 1961: São Paulo). **Anais**. São Paulo: SBS / SBEF. 1961. p 993-997.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3.ed. Bern: International Postash Institute, 1982. 655 p
- MEZENTZEVA, V. T.; DERYUZHKIN, R. I.; SKOROBOGATOVA, P. I.; SAGALAEVA, A. P. Seasonal variation in content of chlorophyll in needles of various socies and ecotypes of *Larch*. **Lesnoi zhurnal**, Voronezh, n.6, p.132-135. 1976.
- MODESTO, A. C.; OLIVEIRA, L M. de Q. Crescimento em plantas de *Guazuma ulmifolia* Lam. com 50 dias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLOGIA VEGETAL. (5.:1995: Lavras). **Resumo**: Lavras: UFLA,1995, p.68.
- MONTALGNINI, F.; FERNANDES, R.; VINHA, S. G. da. Estudios de restauración ecológica en la región del Bosque Atlântico de Bahia, Brasil. **Yviraretá**, Misiones, v.5, n.5, p.9-23, 1994a.
- MONTALGNINI, F.; FERNANDES, R.; HAMILTON, H. Relaciones entre especies nativas y la fertilidad de los suelos. Parte 1: contenido de elementos en la biomassa. **Yviraretá**, Misiones, v.6, n.6, p.5-12, 1994b.

- MONTOYA, L. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. Estado da arte dos sistemas agroflorestais na região sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS (1.: 1994: Porto Velho). **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ. 1994, v.1, p.77-96.
- MORAIS, E. J. **Crescimento e eficiência nutricional de espécies de eucalipto em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais**. Viçosa, 1988: 96p. Tese de (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- NANSON, A. The provenance seedling seed orchards. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.21, p.243-249, 1972.
- NEVES, E. J. M. **Biomassa e acúmulo de nutrientes nos diferentes compartimentos de Ceiba pentandra (L.) Gaertn e Virola surinamensis (Rol.) Warb Pantadas na amazônia ocidental brasileira**. Curitiba: 1999. 198p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná
- NOVAIS, R. F. F.; POGGIANI, F. Efeito da consorciação *Pinnus caribaea hondurensis* e *Liquidambar styraciflua* L., sobre a ciclagem de nutrientes em florestas implantadas. Boletim Informativo PPT, Piracicaba, v.12, n.7, p.5-17, 1983..
- OLIVEIRA, M. N. S. de ; OLIVEIRA, L. E. M. ; SOARES, A.M. Comportamento de plantas jovens de algumas espécies frutíferas tropicais e subtropicais nas condições de Lavras - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL. (5: 1995: Lavras). **Resumos**. Lavras: UFLA, 1995. p.309.
- OKORIO, J.; PEDEN, D. The growth performance of (*Grevillea robusta*) Cunn in the highlands of Uganda. In: HARWOOD, C.E. **Grevillea robusta in a agroforestry and forestry**. Nairobi: ICRAF, 1992. p 87-98 .
- PAULILO, M. T. S.; BESTFORD, R. T.; WILKINS, D. Rubisco and PEP carbixilase response to changing irradiance in Brazilian Cerrado tree species (*Qualea grandiflora* Mart.) (Vochysiaceae). **Tree Physiology**, Victoria, n.24, p.165-177, 1994.
- PEREIRA, A. R. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* cultivados na região de cerrado de Minas Gerais. **Floresta**, Curitiba, v.15, p.8-16, 1984.
- PEREIRA, J. C. D. Propriedades físicas e químicas e rendimentos da destilação seca da madeira de *Grevillea robusta*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, 1998.
- PINTO, A. F. **Plano regional de desenvolvimento agroflorestal**. Wenceslau Braz: EMATER/PR, 1996. 211p. Não publicado. Projeto Alternativas Agroflorestais CPAA.

- POGGIANI, F.; COUTO, H. T. Z.; SUTTER FILHO, W. Biomass and nutrient estimates in short rotation intensively culture plantation of *Eucalyptus grands*. **IPEF**, Piracicaba, v.3, p.37-42, 1983.
- POGGIANI, F.; MONTEIRO JUNIOR, E. S. Deposição de folheto e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecidual, em Piracicaba (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO (6.: 1990: Campos do Jordão). **Anais**. Campos do Jordão: SBS / SBEF, 1990. v.3, p.596-602.
- REIFSNYDER, W. E.; LULL, H. W. Radiant energy in relation to forest. USDA Forest Service, **Technical Bulletin** , n.1334 p.63-95. 1971
- REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. **Relação solo eucalipto**. Viçosa : Ed. Folha de Viçosa, 1990. p.265-302.
- REISSMAN, C. B. **Variação anual dos nutrientes em Araucaria angustifolia (Bert.) O Ktze. em função da época de amostragem**. Curitiba, 1976. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.
- REISSMAN, C. B. Exploração florestal e o estado nutricional da árvore. In: FUNDAÇÃO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS. **Curso de atualização sobre sistemas de exploração e transporte florestal**. Curitiba, 10p. , 1982.
- REISSMAN, C. B. ; SANTOS FILHO, A. ; ROCHA, A. O. da. Composição química foliar do palmito (*Euterpe edulis*, Mart.) em quatro sítios distintos da mata atlântica do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (6.: 1990: Campos do Jordão). **Anais**. São Paulo. SBS / SBEF, 1990. p.662-666.
- REISSMAN, C. B. ; SANTOS FILHO, A., ROCHA, A. O. da., ZÖOT, H.W., BLUM, W.E.H. Crescimento e níveis de macro e micronutrientes em *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* sobre solos derivados do grupo Itararé (Carbonífero). **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.9. n.1/2, p.113-119, 1987.
- RESENDE, M. D. V. de; OLIVEIRA, A. B. de; MELINSKI, L. C.; GOULART, F. S.; OANDA, G. R. **SELEGEN: Seleção Genética computadorizada - manual do usuário**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 31p
- RESENDE, M. D. V. de; OLIVEIRA, A. B. Sistema "Selegen"- Seleção Genética computadorizada para o melhoramento de espécies perenes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.9, p.931-939, 1997.
- RESENDE, M. D. V. de. Predição de valores genéticos, componentes de variância, delineamentos de cruzamento e estrutura de populações no melhoramento florestal. Curitiba, 1999. 434p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná.

- ROCHA FILHO, J. V. C.; HAAG H. P.; OLIVEIRA, G. D. Influência do boro no crescimento e na composição química de *E. grandis*. In: Encontro E. S. A. "Luiz de Queiroz". (36.:1979. Piracicaba). **Anais**: Piracicaba. E. S. A. "Luiz de Queiroz". P.139-151.
- ROGERS, R. W.; WESTMAN, W. E. Seasonal nutrient dynamics of litter in a subtropical *Eucalyptus* forest, North Stradbroke Island. **Australian Journal of Botany**.v.1,n.25, 1977. p.47-58.
- SASAKI, S.; MORI, T.; NG, F. S. P. Seedling growth under various light conditions in the tropical rain forest. In: IUFRO WORLD CONGRESS (17.: 1981: Japan). **Proceedings**. Tokyo: IUFRO, 1981. p.79-83.
- SANTANA, D. L. K.; GRAF, V.; SHYMIZU, J. Y.; PENTEADO, R. C. Inimigos naturais da lagarta desfolhadora da grevilea no município de Ponta Grossa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, 1998.
- SCHÖNAU, A. P. G. Seasonal changes in foliar nutrient content of *E. grandis*. **South African Forestry Journal**. V.12, n.119, 1981a.. p.1-4.
- SCHÖNAU, A. P. G. Fertilization in South African forestry. **South African Forestry Journal**. V.3, n.125, 1983. P.1-19.
- SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex. Madiden e *Eucalyptus torelliano* F. Muell.** Piracicaba, 1992. 87p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.
- SEBBENN, A. M.; DURIGAN, E. G.; PIRES, C. L.; PONTINHA, A. A. S.; SOUZA, W. J. M. Variação genética entre procedências de (*Grevillea robusta*) Cunn. nas regiões de Assis, Avaré e Itapeva - SP. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.: 1993: Curitiba). **Anais**. São Paulo: SBS / SBEF. p.166-168.
- SEELEY, G. R.; DUNCAN, M. J.; VIDAVER, W. I. Preparative and analytical extraction of pigments from brown algae with dimethylsulfoxide. **Marine Biology**, Berlin, n.12, p.184-188, 1972.
- SHESTAKOV, Y. I. Composition stability for plants of water-soluble organic compounds of manganese. **Pochvovedeniye**, v.10, p.38-50, 1991.
- SHEORAN, I. S.; SINGH, R. Effect of heavy metal on photosynthesis in higher plants. In: ABROL, Y. P.; MOHANTY, P.; GOVINDJEE. **Photosynthesis**: photoreactions to plant productivity. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 1993. p.451-468.
- SHIRLEY, H. L. The influence of light intensity and light quality upon the growth of plants. **American Journal of Botany**, New York, v.16, maio, p.354-389, 1929.

- SHIMIZU, J. Y.; KAGEYAMA, P. Y.; HIGA, A. R. Procedimentos e recomendações para estudos de progênies de essências florestais. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1982. (EMBRAPA-URPFCS. Documentos, 11).
- SHIMIZU, J. Y. Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais: silvicultura e usos. In: GALVÃO, A. P. M. (Coord.). **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**, Colombo: Embrapa Florestas, 1998, p. 63-71.
- SHIMIZU, J. Y.; MARTINS, E. G.; FERREIRA, C. A. Crescimento de procedências originais de grevéia robusta, no Paraná até os três anos de idade. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, 1998.
- SHOAF, W. T.; LIUM, B. W. Improved extraction of chlorophyll a and b from algae using dimethylsulfoxide. **Limnology and Oceanography**, Seattle, n.21, p.920-928, 1976.
- SILVA, V. P. da ; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Sistemas silvipastoris: Paradigma dos pecuaristas para agregação de renda e qualidade**. Curitiba, EMATER-PR. 2000. 46p.
- SILVA, H. D. **Biomassa e aspectos nutricionais de cinco espécies do gênero *Eucalyptus*, plantados em solos de baixa fertilidade**. Piracicaba, 1983. 91p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.
- SIMONS, A. J. Genetic improvement of non-industrial trees. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.18, p.197-212, 1992.
- SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica: para a ciência do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill, 1979. 350 p.
- SIEFERMANN-HARMS, D. Light and temperature control of season dependent changes in the alpha and beta carotene content of *Spruce* needles. **Jornal of Plant Physiology**, Bethesda, v.4, n.5, p.488-494, 1994.
- SINGH, S.; RAO, P. N. G. (GURURAJA-RAO, P. N.): GURURAJA-RAO, P. N. Varietal differences in growth characteristics in sugar cane. **Jornal of Agricultural Science**, Cambridge, v.108, n.1, p.245-247, 1987.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **A sociedade brasileira e seu patrimônio florestal brasileiro**. São Paulo, 1990. 20 p.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **O setor florestal brasileiro**. São Paulo, 1998. 18 p.
- SOUZA, L. J. B. **Fotomorfose e crescimento da *Cedrela fissilis* Vell no viveiro e no plantio de enriquecimento em linhas**. Curitiba, 1981. 117p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.

- STAPE, J. L.; ZANI FILHO, J. Aumento da produtividade do *Eucalyptus grandis*, em areia quartzozas, através da fertilização de manutenção. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (6.: 1990: Campos do Jordão). **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. v.3, p.386-390.
- STARK, N. The nutrient content of plants and soils from Brazil and Surinam. **Biotropica**, Washington, v.2, n.1, p. 51-60, 1970.
- SUSHEELAMMA, B. N.; VENKATESHWARLU, M.; SENGUPTA, K.; SURYANARAYANA, N. Variation in chlorophyll a, b and a+b chlorophyll content in hybrids of muberry (*Morus sp.*). **Indian Journal of Sericulture**, Mysore, v.29 n.2, p.282-283, 1990.
- SUTJAEV, A. M. Determination of chlorophyll content in leaves of *Quercus robur* climatypes (provenances). **Lesnoi zhurnal**, Voronezh v.7, n.1, p24-26, 1964.
- SWAIN, E. H. F. **A silvicultural note on southern silky oak**. Queensland Forest Service. Bulletin 9. 1928. Nairobi. ICRAF v.32, n.128 p.735-51. 1928.
- SWEET, G. B.; WAREING, P.F. A comparison of rates of growth and photosynthesis in first year seedlings of four provenances of *Pinus contorta* Dougl. London. **Ann. Bot.** 1968.
- SWITZER, G. L.; NELSON, L.E. Nutrient accumulation and eyeling in Loblolly Pine (*Pinus taeda L.*) plantation ecosystems: The first 20 years. **Soil Science Society of America Proceedings**. Madison, v.36, p.143-14, 1972.
- TAMM, C. O. Leaching of plant nutrients from soil as consequence of forestry operations. **Ambio**, Stockholm, v. 6, p.211-221, 1974.
- THIMMARAJU, K. R. Silver oak (*Grevillea robusta*) a multipurpose tree for arid and semi-arid regions. In: HARWOOD, C.E. ***Grevillea robusta* in agroforestry and forestry**. Nairobi. ICRAF, 1992. p.55-57 .
- THORNBER, J. P. Chlorophyll-proteins: light-harvesting and reactions center components of plants. **Annual Review of Plant physiology**, Palo Alto, v.26, p.127-158, 1975.
- VETTORAZZO, S. C.; POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto de três espécies de *Eucalyptus*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.: 1993: Curitiba). **Anais**. São Paulo: SBS / SBEF. p.231-234.
- VILLEGAS, V. L. A.; CUNHA, R. J. P.; POLITANO, W.; GARRIDO, M. A.; STIPP, N. A. Análise foliar de cinco espécies florestais nativas. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v.33, p.211-224, 1976

- ZANON, A. Armazenamento de sementes de *Grevillea robusta* Cunn. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.: 1993: Curitiba). **Anais**. São Paulo: SBS / SBEF, 1993. p.265- 267.
- ZECH, W.; DRECHSEL, P. Multiple mineral deficiencies in forest plantations in Liberia. **Forest Ecology and Management**, v.48, p.121-143, 1992.
- ZECH, W. ; DRECHSEL, P.; NEUGENBAUER, B. Mineral deficiencies of forest trees in Yucatan (Mexico) and consequences for land-use. **Turrialba**, San José, v. 41, n. 2, p. 230-236, 1991.
- WALTER, H. **Ecology of tropical and subtropical vegetation**. In: **Autoria. Título**. Endinburgh: Oliver e Boyd, 1971. p.1-29.
- WHATLE, J. M.; WHATLE, F. R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: UPS, 1982. 101p.
- WHITHAM, F. H.; BLAYDES, D. F.; DEVLIN, R.M. **Experiments in plant physiology**. In: **Autoria. Título**. New York, D. van Nostrand Company, 1971. p.55-58.
- WIECHERS, B. L.; VASQUEZ-YANES, C. Germination de semillas de *Piper hispidum* sw. bajo diferentes condiciones de iluminación. In: GOMES-POMPA, A. (Eds). **Investigaciones sobre la regeneracion de selvas altas en Vera Cruz**. México: Compañía Editorial Continental S.A., 1979, p.263-78.

ANEXOS

LISTA DE ANEXOS

TABELA 1 A	MÉDIAS DE ALTURA E DAP DAS PROCEDÊNCIAS TESTADAS EM NOVA ESPERANÇA PR, NOS TRÊS PRIMEIROS ANOS APÓS O PLANTIO.....	108
TABELA 2 A	MÉDIAS DE ALTURA E DAP DAS PROCEDÊNCIAS TESTADAS EM QUEDAS DO IGUAÇU PR, NOS QUATRO PRIMEIROS ANOS APÓS O PLANTIO.....	109
TABELA 3 A	VALORES GENÉTICOS PREDITOS E GANHOS GENÉTICOS ASSOCIADOS A SELEÇÃO DE INDIVÍDUOS NO TESTE DE PROCEDÊNCIA DO MUNICÍPIO DE NOVA ESPERANÇA, PR.....	110
TABELA 4 A	VALORES GENÉTICOS PREDITOS E GANHOS GENÉTICOS ASSOCIADOS A SELEÇÃO DE INDIVÍDUOS NO TESTE DE PROCEDÊNCIA DO MUNICÍPIO DE QUEDAS DO IGUAÇU, PR	116
TABELA 5 A	TEORES MÉDIOS DE CLOROFILA a , CLOROFILA b , CLOROFILA TOTAL (a+b) E RELAÇÃO CLOROFILA a/b NAS DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, DENTRO DAS DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS DO ANO (CONCENTRAÇÃO EM $\mu\text{g.mg}^{-1}$)	122
TABELA 6 A	PESO ESPECÍFICO FOLIAR (PEF) E ÁREA ESPECÍFICA FOLIAR (AEF) DE DIFERENTES PROCEDÊNCIA DE GREVÍLEA EM DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS DO ANO.....	122
TABELA 7 A	VARIAÇÃO DA FOTOSSÍNTESE DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA DENTRO DAS DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS DO ANO.....	123
TABELA 8 A	COMPORTAMENTO DAS DIFERENTES PROCEDÊNCIAS , NO SEU INCREMENTO EM ALTURA, DIÂMETRO E VOLUME, DURANTE UM ANO, INICIANDO COM TRÊS ANOS DE IDADE.....	123

TABELA 9 A	ANÁLISE DE CORRELAÇÃO NÃO PARAMÉTRICA (CORRELAÇÃO SPEARMAN), ENVOLVENDO AS VARIÁVEIS, INCREMENTO EM ALTURA (ALTY), INCREMENTO EM DIÂMETRO (DAPY), INCREMENTO EM VOLUME (VOLY), CLOROFILA A (FCA), CLOROFILA B (FCB), CLOROFILA TOTAL (FCT), RELAÇÃO CLOROFILA A/B (FCT), PESO ESPECÍFICO FOLIAR (PEF), ÁREA ESPECÍFICA FOLIAR (AEF) E FOTOSÍNTESE (FFO) EM GREVÍLEA.....	124
TABELA 10 A	CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES ENCONTRADOS NAS FOLHAS MADURAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, DENTRO DAS DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS DO ANO.....	125
TABELA 11 A	CONCENTRAÇÕES DE MICRONUTRIENTES ENCONTRADOS NAS FOLHAS MADURAS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE GREVÍLEA, DENTRO DAS DIFERENTES ESTAÇÕES CLIMÁTICAS DO ANO.....	125
TABELA 12 A	TABELA DE MÉDIAS DA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA DEPOSITADA NO PERÍODO DE UM ANO E CONCENTRAÇÕES (1) E CONTEÚDOS (2) DE MACROELEMENTOS EM GREVÍLEA.....	126
TABELA 13 A	TABELA DE MÉDIAS DA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA DEPOSITADA NO PERÍODO DE UM ANO E CONCENTRAÇÕES (1) E CONTEÚDOS (2) DE MICROELEMENTOS EM GREVÍLEA.....	126

TABELA 1A. Médias de altura e DAP das procedências testadas em Nova Esperança, PR nos três primeiros anos após o plantio.

Procedência	Altura (m)			DAP (cm)	
	1 ^o ano	2 ^o ano	3 ^o ano	2 ^o ano	3 ^o ano
882	2,179 (14)	4,615 (16)	7,366 (16)	5,363 (14)	8,122 (9)
185	2,123 (17)	4,695 (14)	7,545 (10)	5,234 (15)	7,708 (13)
611	2,390 (7)	4,849 (9)	7,371 (15)	5,454 (12)	7,558 (15)
612	2,349 (10)	4,811 (11)	7,494 (12)	5,144 (17)	7,360 (18)
614	2,341 (11)	4,922 (7)	7,809 (7)	5,511 (10)	8,315 (6)
615	2,541 (2)	5,110 (4)	7,910 (3)	5,970 (3)	8,430 (5)
616	2,531 (3)	5,003 (6)	7,842 (6)	5,943 (4)	8,444 (4)
617	2,132 (16)	4,484 (18)	7,161 (18)	4,962 (19)	7,431 (17)
618	2,352 (9)	4,709 (13)	7,386 (14)	5,869 (5)	8,605 (3)
619	2,476 (5)	5,062 (5)	7,714 (8)	6,229 (2)	8,837 (2)
620	2,434 (6)	4,822 (10)	7,499 (11)	5,649 (6)	7,953 (10)
621	2,597 (1)*	5,174 (3)	7,882 (5)	6,683 (1)	8,900 (1)
622	2,367 (8)	4,906 (8)	7,627 (9)	5,463 (11)	7,805 (11)
693	2,478 (4)	5,257 (2)	8,123 (2)	5,648 (7)	8,137 (8)
694	2,227 (13)	4,577 (17)	7,052 (19)	5,200 (16)	7,546 (16)
699	1,865 (19)	3,991 (19)	6,504 (20)	4,039 (20)	5,996 (20)
952	2,165 (15)	4,922 (7)	7,890 (4)	5,393 (13)	7,669 (14)
953	2,057 (18)	4,619 (15)	7,437 (13)	5,024 (18)	7,324 (19)
956	2,478 (4)	5,291 (1)	8,405 (1)	5,600 (9)	7,736 (12)
957	2,290 (12)	4,742 (12)	7,283 (17)	5,611 (8)	8,263 (7)
111	1,806 (20)	3,641 (20)	5,768 (21)	3,834 (21)	5,576 (21)

* os valores entre parênteses indicam a ordem hierárquica na coluna

TABELA 2A. Médias de altura e DAP das procedências testadas em Quedas do Iguaçu, PR nos quatro primeiros anos após o plantio.

Procedência	Altura (m)				DAP (cm)		
	1 ^o ano	2 ^o ano	3 ^o ano	4 ^o ano	2 ^o ano	3 ^o ano	4 ^o ano
185	1,20144 (16)	3,52000 (15)	6,05544 (15)	8,88241 (15)	3,45044 (15)	6,82068 (15)	11,34225 (15)
611	1,58606 (2)	4,30167 (6)	6,96456 (8)	9,96800 (3)	4,58700 (9)	8,40088 (10)	13,28509 (7)
612	1,46911 (10)	4,28422 (7)	7,13633 (4)	9,64478 (8)	4,40356 (11)	8,52874 (8)	12,58011 (11)
614	1,54689 (7)	4,37556 (5)	7,01367 (6)	9,78611 (6)	4,67111 (7)	8,49104 (9)	13,11345 (8)
615	1,54256 (6)	4,48333 (2)	7,23989 (3)	10,66767 (1)	4,86233 (4)	9,07384 (5)	13,51662 (4)
617	1,47517 (9)	4,15428 (10)	6,98533 (7)	9,77433 (7)	4,68578 (6)	9,19694 (2)	13,63243 (3)
618	1,51611 (8)	4,17389 (9)	6,61167 (11)	9,40056 (11)	4,98167 (2)	9,16426 (3)	13,30037 (6)
619	1,55489 (5)	4,42267 (4)	7,09711 (5)	9,94867 (5)	5,20800 (1)	9,39362 (1)	14,37024 (1)
620	1,56117 (4)	4,20744 (8)	6,78811 (9)	9,24467 (12)	4,65344 (8)	8,56874 (7)	12,80575 (9)
621	1,56489 (3)	4,10422 (11)	6,60311 (12)	9,59522 (10)	4,70289 (5)	8,80842 (6)	13,88730 (2)
622	1,59067 (1) *	4,58744 (1)	7,30378 (2)	9,94878 (4)	4,96267 (3)	9,15402 (4)	13,39268 (5)
693	1,45678 (11)	4,44689 (3)	7,37733 (1)	10,04022 (2)	4,35778 (12)	8,21749 (12)	12,22625 (12)
694	1,42500 (13)	4,00878 (13)	6,40289 (14)	9,03478 (14)	4,29222 (13)	7,83391 (13)	12,07665 (13)
699	1,14528 (18)	3,12650 (18)	5,53344 (17)	8,33900 (17)	2,78978 (18)	5,90064 (17)	9,84707 (17)
952	1,16833 (17)	3,34767 (16)	5,86300 (16)	8,62011 (16)	3,16922 (17)	5,87160 (18)	9,71727 (16)
956	1,27844 (14)	3,74994 (14)	6,76656 (10)	9,64089 (9)	3,65222 (14)	7,27611 (14)	11,54295 (14)
957	1,43844 (12)	4,05106 (12)	6,53500 (13)	9,17556 (13)	4,44289 (10)	8,23261 (11)	12,60504 (10)
111	1,21450 (15)	3,20083 (17)	5,13256 (18)	7,89622 (18)	3,21656 (16)	6,36971 (16)	10,45681 (18)

* os valores entre parênteses indicam a ordem hierárquica na coluna

ANEXO 3A. Valores genéticos preditos e ganhos genéticos associados a seleção de indivíduos no teste de procedência do Município de Nova Esperança, PR.

Ordem	Bloco	Proc.	Arv.	VG	Ganho Acum	G.Acum(%)
1	1	621	1	0,03350	0,03350	78,75096
2	15	621	1	0,02780	0,03065	72,05125
3	13	693	4	0,02500	0,02877	67,62396
4	3	621	3	0,02450	0,02770	65,11647
5	13	619	3	0,02370	0,02690	63,23585
6	2	882	6	0,02270	0,02620	61,59030
7	15	621	4	0,02230	0,02564	60,28059
8	8	619	1	0,02190	0,02518	59,18076
9	7	620	4	0,02110	0,02472	58,11638
10	14	621	3	0,02090	0,02434	57,21786
11	14	621	2	0,02070	0,02401	56,43997
12	2	619	6	0,01980	0,02366	55,61542
13	6	615	5	0,01970	0,02335	54,89964
14	7	621	6	0,01960	0,02309	54,26932
15	14	616	5	0,01910	0,02282	53,64468
16	3	621	2	0,01840	0,02254	52,99528
17	12	619	4	0,01840	0,02230	52,42228
18	10	619	5	0,01810	0,02207	51,87377
19	14	882	6	0,01810	0,02186	51,38299
20	2	621	1	0,01790	0,02166	50,91778
21	4	615	1	0,01730	0,02145	50,42972
22	6	619	1	0,01730	0,02126	49,98602
23	5	882	3	0,01720	0,02109	49,57069
24	7	621	1	0,01710	0,02092	49,18017
25	2	621	6	0,01700	0,02076	48,81149
26	3	693	5	0,01690	0,02062	48,46213
27	4	956	1	0,01680	0,02047	48,12994
28	5	616	2	0,01680	0,02034	47,82148
29	9	619	3	0,01660	0,02021	47,51808
30	2	616	6	0,01650	0,02009	47,22707
31	10	621	4	0,01630	0,01997	46,93967
32	14	615	4	0,01610	0,01985	46,65554
33	4	618	5	0,01600	0,01973	46,38150
34	3	616	6	0,01590	0,01962	46,11667
35	5	616	1	0,01570	0,01951	45,85354
36	8	621	6	0,01570	0,01940	45,60503
37	13	621	3	0,01570	0,01930	45,36996
38	12	619	6	0,01560	0,01920	45,14106
39	2	621	4	0,01550	0,01911	44,91788
40	4	617	5	0,01550	0,01902	44,70586
41	6	621	6	0,01540	0,01893	44,49845
42	8	618	2	0,01540	0,01885	44,30091
43	13	621	5	0,01540	0,01877	44,11256
44	10	693	2	0,01530	0,01869	43,92744
45	2	618	4	0,01520	0,01861	43,74531

46	2	619	5	0,01510	0,01853	43,56599
47	11	621	1	0,01510	0,01846	43,39430
48	14	619	2	0,01510	0,01839	43,22977
49	1	621	2	0,01500	0,01832	43,06716
50	1	619	5	0,01480	0,01825	42,90164
51	7	619	2	0,01480	0,01818	42,74262
52	5	621	5	0,01470	0,01812	42,58519
53	5	957	1	0,01470	0,01805	42,43371
54	8	615	1	0,01470	0,01799	42,28783
55	9	621	3	0,01470	0,01793	42,14726
56	5	621	1	0,01460	0,01787	42,00751
57	6	621	5	0,01460	0,01781	41,87266
58	10	694	3	0,01450	0,01776	41,73841
59	2	882	5	0,01440	0,01770	41,60473
60	7	619	1	0,01440	0,01764	41,47551
61	15	616	5	0,01440	0,01759	41,35052
62	6	619	3	0,01430	0,01754	41,22577
63	6	956	3	0,01430	0,01749	41,10498
64	7	621	5	0,01410	0,01743	40,98062
65	9	621	1	0,01410	0,01738	40,86008
66	13	621	6	0,01410	0,01733	40,74320
67	14	621	1	0,01410	0,01728	40,62981
68	1	957	4	0,01400	0,01724	40,51630
69	9	618	3	0,01400	0,01719	40,40607
70	14	956	3	0,01400	0,01714	40,29900
71	9	619	2	0,01390	0,01710	40,19163
72	9	957	5	0,01390	0,01705	40,08724
73	14	621	5	0,01390	0,01701	39,98572
74	8	618	5	0,01370	0,01696	39,88058
75	5	621	4	0,01360	0,01692	39,77511
76	11	615	4	0,01360	0,01688	39,67242
77	11	621	2	0,01360	0,01683	39,57240
78	15	693	4	0,01360	0,01679	39,47494
79	5	693	4	0,01350	0,01675	39,37697
80	6	620	2	0,01350	0,01671	39,28145
81	3	620	6	0,01340	0,01667	39,18539
82	3	956	4	0,01340	0,01663	39,09167
83	11	621	4	0,01340	0,01659	39,00021
84	12	621	4	0,01340	0,01655	38,91092
85	3	616	2	0,01330	0,01651	38,82097
86	4	616	6	0,01330	0,01648	38,73312
87	12	619	1	0,01330	0,01644	38,64728
88	14	615	1	0,01330	0,01640	38,56339
89	4	621	6	0,01320	0,01637	38,47875
90	7	616	2	0,01320	0,01633	38,39599
91	11	619	1	0,01320	0,01630	38,31505
92	12	621	3	0,01320	0,01627	38,23587
93	15	618	3	0,01320	0,01623	38,15839
94	3	614	5	0,01310	0,01620	38,08005
95	4	619	4	0,01300	0,01617	38,00090
96	5	620	1	0,01300	0,01613	37,92339

97	10	619	1	0,01300	0,01610	37,84748
98	8	621	2	0,01290	0,01607	37,77072
99	11	615	2	0,01290	0,01604	37,69551
100	12	621	6	0,01290	0,01600	37,62180
101	9	693	1	0,01280	0,01597	37,54723
102	9	882	6	0,01280	0,01594	37,47412
103	3	616	3	0,01270	0,01591	37,40014
104	5	693	1	0,01270	0,01588	37,32759
105	9	612	1	0,01270	0,01585	37,25642
106	11	619	2	0,01270	0,01582	37,18660
107	10	616	3	0,01260	0,01579	37,11588
108	14	619	5	0,01260	0,01576	37,04647
109	14	619	6	0,01260	0,01573	36,97834
110	15	615	6	0,01260	0,01570	36,91144
111	3	957	4	0,01250	0,01567	36,84363
112	4	619	6	0,01250	0,01564	36,77703
113	14	621	4	0,01250	0,01562	36,71162
114	1	619	3	0,01240	0,01559	36,64528
115	2	619	2	0,01240	0,01556	36,58010
116	4	693	6	0,01240	0,01553	36,51605
117	2	617	6	0,01230	0,01551	36,45108
118	5	615	5	0,01230	0,01548	36,38721
119	8	619	6	0,01230	0,01545	36,32441
120	3	619	3	0,01220	0,01543	36,26070
121	1	614	5	0,01210	0,01540	36,19611
122	8	616	1	0,01210	0,01537	36,13257
123	14	614	4	0,01210	0,01534	36,07006
124	15	957	5	0,01210	0,01532	36,00856
125	8	882	3	0,01200	0,01529	35,94617
126	14	618	2	0,01200	0,01527	35,88477
127	6	956	5	0,01190	0,01524	35,82248
128	11	621	5	0,01190	0,01521	35,76116
129	3	619	2	0,01180	0,01519	35,69898
130	14	619	1	0,01180	0,01516	35,63775
131	4	621	1	0,01170	0,01513	35,57566
132	7	621	4	0,01170	0,01511	35,51451
133	6	621	3	0,01160	0,01508	35,45251
134	6	956	2	0,01160	0,01506	35,39144
135	7	693	6	0,01160	0,01503	35,33128
136	9	616	5	0,01160	0,01500	35,27199
137	9	957	6	0,01160	0,01498	35,21358
138	10	619	6	0,01150	0,01495	35,15431
139	9	693	6	0,01140	0,01493	35,09419
140	13	952	3	0,01140	0,01490	35,03494
141	14	882	3	0,01140	0,01488	34,97653
142	15	693	1	0,01130	0,01485	34,91728
143	14	614	5	0,01120	0,01483	34,85722
144	15	619	4	0,01120	0,01480	34,79800
145	6	621	4	0,01110	0,01478	34,73797
146	6	882	3	0,01110	0,01475	34,67876
147	9	615	5	0,01110	0,01473	34,62036

148	7	614	6	0,01100	0,01470	34,56116
149	13	693	1	0,01100	0,01468	34,50275
150	3	185	6	0,01080	0,01465	34,44199
151	12	621	5	0,01080	0,01463	34,38203
152	13	615	3	0,01080	0,01460	34,32286
153	14	693	2	0,01080	0,01458	34,26447
154	4	615	5	0,01070	0,01455	34,20530
155	14	952	3	0,01070	0,01453	34,14690
156	15	957	6	0,01070	0,01450	34,08925
157	2	956	4	0,01060	0,01448	34,03084
158	3	618	4	0,01060	0,01445	33,97316
159	6	882	4	0,01060	0,01443	33,91621
160	8	615	5	0,01060	0,01440	33,85997
161	8	619	5	0,01060	0,01438	33,80444
162	8	621	5	0,01060	0,01436	33,74958
163	9	621	4	0,01060	0,01433	33,69540
164	13	619	6	0,01060	0,01431	33,64188
165	14	956	4	0,01060	0,01429	33,58901
166	4	621	2	0,01050	0,01427	33,53536
167	9	614	1	0,01050	0,01424	33,48235
168	4	621	5	0,01040	0,01422	33,42858
169	7	621	2	0,01040	0,01420	33,37544
170	13	619	5	0,01040	0,01418	33,32293
171	15	615	3	0,01040	0,01415	33,27103
172	5	616	4	0,01030	0,01413	33,21836
173	14	619	3	0,01030	0,01411	33,16631
174	15	693	5	0,01030	0,01409	33,11485
175	3	612	6	0,01010	0,01406	33,06130
176	6	616	4	0,01010	0,01404	33,00835
177	11	619	3	0,01010	0,01402	32,95601
178	3	693	4	0,01000	0,01400	32,90292
179	7	618	3	0,01000	0,01397	32,85044
180	11	693	5	0,01000	0,01395	32,79853
181	12	621	2	0,01000	0,01393	32,74720
182	3	882	3	0,00990	0,01391	32,69515
183	5	621	3	0,00990	0,01389	32,64366
184	7	693	4	0,00990	0,01386	32,59273
185	4	956	6	0,00980	0,01384	32,54108
186	8	957	3	0,00980	0,01382	32,48998
187	14	693	4	0,00980	0,01380	32,43944
188	4	620	4	0,00970	0,01378	32,38818
189	7	614	3	0,00970	0,01376	32,33746
190	11	693	6	0,00970	0,01373	32,28727
191	13	615	1	0,00970	0,01371	32,23762
192	5	615	4	0,00960	0,01369	32,18725
193	13	693	6	0,00960	0,01367	32,13741
194	14	611	1	0,00960	0,01365	32,08808
195	14	617	1	0,00960	0,01363	32,03925
196	15	619	3	0,00960	0,01361	31,99093
197	15	956	3	0,00960	0,01359	31,94309
198	3	619	5	0,00950	0,01357	31,89455

199	5	952	1	0,00950	0,01355	31,84650
200	9	619	6	0,00950	0,01353	31,79893
201	12	616	2	0,00950	0,01351	31,75184
202	2	611	3	0,00940	0,01349	31,70404
203	13	693	5	0,00940	0,01347	31,65672
204	14	616	4	0,00940	0,01345	31,60986
205	8	616	2	0,00930	0,01343	31,56231
206	8	693	1	0,00930	0,01341	31,51522
207	15	619	1	0,00930	0,01339	31,46859
208	15	956	1	0,00930	0,01337	31,42240
209	7	616	3	0,00920	0,01335	31,37553
210	7	619	4	0,00920	0,01333	31,32911
211	8	956	1	0,00920	0,01331	31,28313
212	10	618	6	0,00920	0,01329	31,23759
213	2	615	2	0,00910	0,01327	31,19136
214	5	619	5	0,00910	0,01325	31,14557
215	6	957	1	0,00910	0,01323	31,10021
216	7	614	2	0,00910	0,01321	31,05526
217	8	621	1	0,00910	0,01319	31,01073
218	12	615	1	0,00910	0,01317	30,96661
219	13	620	2	0,00910	0,01315	30,92289
220	14	619	4	0,00910	0,01314	30,87957
221	3	621	4	0,00900	0,01312	30,83557
222	5	956	5	0,00900	0,01310	30,79197
223	11	614	2	0,00900	0,01308	30,74877
224	12	620	2	0,00900	0,01306	30,70595
225	2	621	2	0,00890	0,01304	30,66246
226	3	614	6	0,00890	0,01303	30,61936
227	3	619	6	0,00890	0,01301	30,57664
228	3	957	2	0,00890	0,01299	30,53430
229	8	615	4	0,00890	0,01297	30,49232
230	10	882	4	0,00890	0,01295	30,45071
231	12	618	4	0,00890	0,01294	30,40946
232	13	619	1	0,00890	0,01292	30,36857
233	2	693	2	0,00880	0,01290	30,32701
234	6	882	1	0,00880	0,01288	30,28582
235	7	616	5	0,00880	0,01287	30,24497
236	14	957	5	0,00880	0,01285	30,20447
237	14	957	6	0,00880	0,01283	30,16431
238	7	621	3	0,00870	0,01281	30,12350
239	15	693	2	0,00870	0,01280	30,08303
240	1	618	6	0,00860	0,01278	30,04192
241	1	882	5	0,00860	0,01276	30,00116
242	3	619	1	0,00860	0,01275	29,96072
243	3	621	6	0,00860	0,01273	29,92062
244	5	621	2	0,00860	0,01271	29,88085
245	12	618	3	0,00860	0,01269	29,84141
246	13	618	3	0,00860	0,01268	29,80228
247	3	957	5	0,00850	0,01266	29,76252
248	4	614	1	0,00850	0,01264	29,72308
249	5	693	5	0,00850	0,01263	29,68396

250	8	619	4	0,00850	0,01261	29,64515
251	11	882	2	0,00850	0,01259	29,60665
252	12	615	5	0,00850	0,01258	29,56846
253	9	185	2	0,00840	0,01256	29,52964
254	9	616	1	0,00840	0,01255	29,49112
255	10	615	1	0,00840	0,01253	29,45291
256	10	957	2	0,00840	0,01251	29,41499
257	11	614	1	0,00840	0,01250	29,37737
258	14	957	4	0,00840	0,01248	29,34004
259	3	882	2	0,00830	0,01246	29,30209
260	4	619	1	0,00830	0,01245	29,26444
261	5	619	3	0,00830	0,01243	29,22707
262	5	957	6	0,00830	0,01242	29,18998
263	10	619	4	0,00830	0,01240	29,15318
264	11	618	4	0,00830	0,01239	29,11666
265	1	693	3	0,00820	0,01237	29,07953
266	3	614	2	0,00820	0,01235	29,04268
267	3	693	3	0,00820	0,01234	29,00610
268	3	952	4	0,00820	0,01232	28,96979
269	4	614	5	0,00820	0,01231	28,93376
270	4	621	3	0,00820	0,01229	28,89799
271	5	615	1	0,00820	0,01228	28,86248
272	6	616	2	0,00820	0,01226	28,82724
273	7	615	2	0,00820	0,01225	28,79226
274	1	956	4	0,00810	0,01223	28,75667
275	3	617	6	0,00810	0,01222	28,72134
276	9	621	5	0,00810	0,01220	28,68627
277	13	957	6	0,00810	0,01219	28,65145
278	14	957	2	0,00810	0,01217	28,61688
279	15	185	1	0,00810	0,01216	28,58256
280	6	619	2	0,00800	0,01214	28,54764
281	7	619	3	0,00800	0,01213	28,51298
282	8	621	4	0,00800	0,01211	28,47855
283	13	620	3	0,00800	0,01210	28,44438
284	2	957	6	0,00790	0,01209	28,40961
285	5	616	6	0,00790	0,01207	28,37509
286	8	616	4	0,00790	0,01206	28,34081
287	9	620	2	0,00790	0,01204	28,30677
288	12	616	1	0,00790	0,01203	28,27297
289	12	616	6	0,00790	0,01201	28,23940
290	1	615	2	0,00780	0,01200	28,20525
291	4	616	1	0,00780	0,01198	28,17133
292	2	621	3	0,00770	0,01197	28,13684
293	3	952	3	0,00770	0,01195	28,10259
294	4	620	6	0,00770	0,01194	28,06857
295	9	621	2	0,00770	0,01193	28,03478
296	11	619	4	0,00770	0,01191	28,00122
297	12	619	5	0,00770	0,01190	27,96789
298	15	616	2	0,00770	0,01188	27,93478
299	5	614	2	0,00760	0,01187	27,90110
300	5	618	1	0,00760	0,01185	27,86765

ANEXO 4A. Valores genéticos preditos e ganhos genéticos associados a seleção de indivíduos no teste de procedência do Município de Quedas do Iguaçu, Pr.

Ordem	Bloco	Proc.	Arv.	VG	Ganho Acum	G,Acum(%)
1	3	615	6	0,20630	0,20630	157,41093
2	5	617	6	0,14093	0,17362	132,47164
3	10	621	1	0,14001	0,16241	123,92455
4	7	619	5	0,06478	0,13801	105,30051
5	11	619	2	0,06206	0,12282	93,71101
6	15	615	5	0,06193	0,11267	85,96814
7	10	619	4	0,06156	0,10537	80,39719
8	2	619	6	0,06055	0,09976	76,12265
9	14	615	4	0,06000	0,09535	72,75137
10	1	617	6	0,05958	0,09177	70,02230
11	7	619	1	0,05942	0,08883	67,77833
12	6	619	2	0,05879	0,08633	65,86830
13	15	615	6	0,05860	0,08419	64,24096
14	14	619	6	0,05847	0,08236	62,83902
15	8	619	1	0,05764	0,08071	61,58178
16	1	619	2	0,05637	0,07919	60,42113
17	13	615	6	0,05634	0,07784	59,39569
18	4	621	5	0,05625	0,07664	58,48036
19	4	619	1	0,05598	0,07556	57,65054
20	11	617	6	0,05594	0,07457	56,90218
21	9	615	3	0,05525	0,07365	56,20002
22	8	622	5	0,05506	0,07281	55,55511
23	1	617	2	0,05447	0,07201	54,94670
24	4	619	4	0,05431	0,07127	54,38390
25	5	619	3	0,05427	0,07059	53,86491
26	15	619	1	0,05403	0,06996	53,37879
27	5	619	1	0,05369	0,06935	52,91908
28	14	619	4	0,05361	0,06879	52,49002
29	1	619	6	0,05339	0,06826	52,08477
30	14	619	1	0,05303	0,06775	51,69737
31	11	619	3	0,05290	0,06727	51,33177
32	9	619	1	0,05235	0,06681	50,97591
33	15	617	6	0,05146	0,06634	50,62103
34	12	617	5	0,05067	0,06588	50,26930
35	12	619	5	0,05047	0,06544	49,93331
36	3	617	6	0,05034	0,06502	49,61323
37	15	615	3	0,05019	0,06462	49,30735
38	5	621	3	0,04960	0,06423	49,00573
39	9	617	2	0,04959	0,06385	48,71939
40	14	619	5	0,04849	0,06347	48,42637
41	6	619	1	0,04797	0,06309	48,13797
42	12	615	6	0,04787	0,06273	47,86149
43	2	617	2	0,04778	0,06238	47,59627
44	13	617	6	0,04777	0,06205	47,34294
45	9	619	2	0,04772	0,06173	47,10001

46	13	621	2	0,04700	0,06141	46,85570
47	10	615	2	0,04637	0,06109	46,61157
48	8	619	2	0,04621	0,06078	46,37506
49	10	619	3	0,04606	0,06048	46,14587
50	2	619	3	0,04603	0,06019	45,92538
51	2	617	4	0,04602	0,05991	45,71340
52	1	621	4	0,04601	0,05964	45,50942
53	9	619	6	0,04567	0,05938	45,30825
54	6	619	5	0,04559	0,05912	45,11339
55	12	621	3	0,04554	0,05888	44,92493
56	15	622	4	0,04520	0,05863	44,73856
57	10	617	6	0,04517	0,05840	44,55833
58	2	619	2	0,04511	0,05817	44,38353
59	3	619	4	0,04499	0,05794	44,21310
60	9	619	3	0,04468	0,05772	44,04441
61	2	621	4	0,04465	0,05751	43,88088
62	10	617	2	0,04449	0,05730	43,72065
63	11	615	5	0,04448	0,05710	43,56539
64	11	615	4	0,04444	0,05690	43,41450
65	5	619	6	0,04441	0,05671	43,26790
66	3	619	2	0,04437	0,05652	43,12529
67	1	619	3	0,04426	0,05634	42,98567
68	5	615	5	0,04421	0,05616	42,84961
69	11	619	6	0,04418	0,05598	42,71715
70	3	621	1	0,04406	0,05581	42,58717
71	14	621	5	0,04389	0,05565	42,45903
72	5	615	6	0,04359	0,05548	42,33127
73	14	615	6	0,04345	0,05531	42,20554
74	11	619	4	0,04342	0,05515	42,08290
75	1	617	3	0,04327	0,05499	41,96201
76	12	621	6	0,04321	0,05484	41,84369
77	1	619	4	0,04320	0,05469	41,72835
78	10	619	1	0,04313	0,05454	41,61528
79	4	619	3	0,04298	0,05439	41,50363
80	14	615	5	0,04293	0,05425	41,39429
81	14	611	1	0,04292	0,05411	41,28755
82	6	619	4	0,04290	0,05397	41,18324
83	13	621	5	0,04279	0,05384	41,08042
84	14	621	6	0,04256	0,05371	40,97797
85	1	615	4	0,04227	0,05357	40,87532
86	3	617	2	0,04222	0,05344	40,77461
87	9	615	4	0,04221	0,05331	40,67613
88	13	617	3	0,04212	0,05318	40,57911
89	2	615	2	0,04207	0,05306	40,48385
90	1	621	5	0,04206	0,05294	40,39061
91	4	619	2	0,04203	0,05282	40,29917
92	2	619	4	0,04197	0,05270	40,20922
93	2	615	3	0,04176	0,05258	40,11949
94	1	619	1	0,04161	0,05246	40,03044
95	8	619	6	0,04155	0,05235	39,94279
96	10	615	6	0,04152	0,05224	39,85672

97	8	619	3	0,04148	0,05212	39,77212
98	12	619	6	0,04133	0,05201	39,68807
99	1	622	3	0,04114	0,05190	39,60426
100	8	619	4	0,04072	0,05179	39,51892
101	7	619	6	0,04064	0,05168	39,43466
102	3	619	5	0,04017	0,05157	39,34854
103	7	619	4	0,04013	0,05146	39,26380
104	14	621	3	0,04011	0,05135	39,18054
105	8	615	6	0,04009	0,05124	39,09872
106	8	617	4	0,03980	0,05113	39,01636
107	11	621	4	0,03979	0,05103	38,93546
108	1	622	4	0,03973	0,05092	38,85564
109	7	621	2	0,03973	0,05082	38,77728
110	4	615	6	0,03956	0,05072	38,69917
111	8	621	4	0,03938	0,05062	38,62123
112	11	617	3	0,03923	0,05051	38,54366
113	10	617	5	0,03919	0,05041	38,46719
114	9	621	1	0,03912	0,05032	38,39160
115	6	619	3	0,03899	0,05022	38,31645
116	10	619	6	0,03892	0,05012	38,24215
117	7	619	2	0,03886	0,05002	38,16872
118	13	621	3	0,03886	0,04993	38,09653
119	7	621	4	0,03872	0,04983	38,02466
120	8	622	2	0,03872	0,04974	37,95399
121	15	617	1	0,03872	0,04965	37,88449
122	1	619	5	0,03871	0,04956	37,81606
123	5	615	1	0,03864	0,04947	37,74831
124	5	615	3	0,03864	0,04938	37,68166
125	6	619	6	0,03839	0,04930	37,61454
126	8	617	6	0,03837	0,04921	37,54837
127	1	615	6	0,03835	0,04912	37,48313
128	11	617	4	0,03832	0,04904	37,41872
129	10	622	6	0,03823	0,04896	37,35478
130	9	619	5	0,03817	0,04887	37,29147
131	2	615	4	0,03793	0,04879	37,22772
132	6	617	3	0,03788	0,04871	37,16466
133	8	615	1	0,03771	0,04862	37,10157
134	13	617	5	0,03760	0,04854	37,03879
135	13	622	1	0,03760	0,04846	36,97694
136	10	619	2	0,03742	0,04838	36,91500
137	2	615	5	0,03734	0,04830	36,85351
138	8	619	5	0,03726	0,04822	36,79247
139	12	619	4	0,03725	0,04814	36,73226
140	3	617	3	0,03718	0,04806	36,67252
141	3	619	3	0,03717	0,04799	36,61357
142	3	619	1	0,03710	0,04791	36,55508
143	15	621	2	0,03708	0,04783	36,49731
144	8	621	6	0,03699	0,04776	36,43985
145	5	617	4	0,03682	0,04768	36,38230
146	12	621	1	0,03648	0,04761	36,32375
147	4	622	6	0,03646	0,04753	36,26590

148	9	617	1	0,03641	0,04745	36,20858
149	6	615	1	0,03634	0,04738	36,15166
150	6	617	6	0,03633	0,04731	36,09545
151	12	617	6	0,03633	0,04723	36,03999
152	9	621	5	0,03616	0,04716	35,98440
153	5	619	4	0,03608	0,04709	35,92914
154	13	619	6	0,03603	0,04702	35,87436
155	13	622	6	0,03599	0,04695	35,82008
156	10	619	5	0,03597	0,04687	35,76639
157	7	621	1	0,03589	0,04680	35,71301
158	12	615	2	0,03579	0,04674	35,65982
159	9	621	3	0,03576	0,04667	35,60715
160	1	615	3	0,03570	0,04660	35,55485
161	3	618	1	0,03568	0,04653	35,50311
162	3	619	6	0,03568	0,04646	35,45201
163	1	617	4	0,03544	0,04640	35,40041
164	14	619	2	0,03539	0,04633	35,34921
165	14	621	1	0,03533	0,04626	35,29835
166	12	617	4	0,03527	0,04620	35,24783
167	8	615	2	0,03515	0,04613	35,19736
168	11	615	2	0,03502	0,04606	35,14691
169	11	622	2	0,03484	0,04600	35,09624
170	12	622	4	0,03480	0,04593	35,04598
171	9	617	3	0,03475	0,04587	34,99609
172	13	619	5	0,03461	0,04580	34,94616
173	11	621	3	0,03448	0,04573	34,89624
174	8	621	2	0,03446	0,04567	34,84680
175	8	617	1	0,03442	0,04561	34,79775
176	14	617	6	0,03441	0,04554	34,74921
177	11	611	2	0,03428	0,04548	34,70066
178	1	621	6	0,03409	0,04541	34,65185
179	5	621	6	0,03408	0,04535	34,60353
180	12	615	4	0,03404	0,04529	34,55559
181	14	619	3	0,03399	0,04523	34,50796
182	9	619	4	0,03396	0,04516	34,46073
183	8	615	4	0,03391	0,04510	34,41381
184	11	615	6	0,03383	0,04504	34,36706
185	15	619	6	0,03382	0,04498	34,32078
186	4	615	1	0,03378	0,04492	34,27484
187	11	617	1	0,03371	0,04486	34,22910
188	12	619	1	0,03367	0,04480	34,18368
189	11	617	5	0,03366	0,04474	34,13871
190	1	615	5	0,03364	0,04468	34,09412
191	8	617	2	0,03356	0,04462	34,04969
192	14	615	1	0,03351	0,04457	34,00552
193	1	617	1	0,03343	0,04451	33,96149
194	2	622	6	0,03336	0,04445	33,91764
195	11	615	1	0,03334	0,04439	33,87416
196	15	619	2	0,03327	0,04434	33,83085
197	15	619	5	0,03327	0,04428	33,78798
198	7	619	3	0,03325	0,04423	33,74546

199	6	617	2	0,03315	0,04417	33,70300
200	7	617	1	0,03312	0,04412	33,66084
201	4	619	5	0,03311	0,04406	33,61906
202	11	611	3	0,03310	0,04401	33,57766
203	4	617	1	0,03297	0,04395	33,53618
204	12	617	3	0,03278	0,04390	33,49439
205	12	615	3	0,03273	0,04384	33,45282
206	6	621	5	0,03272	0,04379	33,41163
207	10	615	5	0,03266	0,04373	33,37060
208	8	622	3	0,03264	0,04368	33,32990
209	10	618	3	0,03226	0,04363	33,28821
210	14	615	2	0,03225	0,04357	33,24687
211	6	621	2	0,03224	0,04352	33,20589
212	9	615	5	0,03221	0,04347	33,16518
213	2	621	6	0,03219	0,04341	33,12479
214	13	615	3	0,03217	0,04336	33,08471
215	12	615	5	0,03215	0,04331	33,04492
216	4	615	4	0,03203	0,04326	33,00508
217	10	622	4	0,03184	0,04320	32,96494
218	4	615	2	0,03181	0,04315	32,92506
219	13	615	2	0,03181	0,04310	32,88555
220	11	622	4	0,03179	0,04305	32,84633
221	4	618	4	0,03174	0,04300	32,80729
222	9	618	6	0,03174	0,04295	32,76860
223	12	621	2	0,03174	0,04290	32,73025
224	3	617	4	0,03172	0,04285	32,69219
225	7	615	6	0,03160	0,04280	32,65405
226	11	622	6	0,03156	0,04275	32,61611
227	15	621	6	0,03132	0,04270	32,57771
228	6	621	1	0,03129	0,04265	32,53954
229	3	617	5	0,03112	0,04260	32,50113
230	14	617	5	0,03097	0,04254	32,46257
231	15	622	1	0,03096	0,04249	32,42430
232	2	621	2	0,03094	0,04244	32,38630
233	2	617	5	0,03090	0,04240	32,34849
234	2	617	6	0,03071	0,04235	32,31039
235	3	615	1	0,03059	0,04230	32,27222
236	5	617	5	0,03055	0,04225	32,23425
237	9	622	1	0,03048	0,04220	32,19637
238	2	618	2	0,03040	0,04215	32,15855
239	6	621	3	0,03028	0,04210	32,12066
240	15	619	4	0,03019	0,04205	32,08281
241	7	615	1	0,03015	0,04200	32,04514
242	2	617	3	0,03012	0,04195	32,00769
243	5	622	2	0,03007	0,04190	31,97039
244	13	619	3	0,03007	0,04185	31,93340
245	8	621	1	0,02997	0,04180	31,89640
246	15	617	5	0,02995	0,04175	31,85963
247	11	622	1	0,02977	0,04171	31,82261
248	2	621	3	0,02973	0,04166	31,78576
249	7	615	3	0,02973	0,04161	31,74921

250	6	622	2	0,02972	0,04156	31,71292
251	13	621	4	0,02966	0,04151	31,67674
252	15	618	3	0,02966	0,04147	31,64085
253	10	615	4	0,02954	0,04142	31,60487
254	12	615	1	0,02949	0,04137	31,56903
255	1	617	5	0,02945	0,04133	31,53335
256	4	622	2	0,02924	0,04128	31,49733
257	15	622	3	0,02911	0,04123	31,46120
258	6	618	3	0,02909	0,04119	31,42529
259	4	614	5	0,02900	0,04114	31,38939
260	4	621	4	0,02900	0,04109	31,35376
261	12	611	4	0,02897	0,04105	31,31833
262	10	611	6	0,02896	0,04100	31,28313
263	11	621	2	0,02895	0,04095	31,24817
264	7	621	6	0,02887	0,04091	31,21325
265	10	621	5	0,02879	0,04086	31,17836
266	3	621	5	0,02871	0,04082	31,14350
267	2	611	3	0,02869	0,04077	31,10885
268	13	618	5	0,02866	0,04073	31,07437
269	1	622	1	0,02856	0,04068	31,03986
270	8	618	1	0,02853	0,04064	31,00553
271	4	621	3	0,02851	0,04059	30,97139
272	6	617	5	0,02851	0,04055	30,93750
273	9	615	1	0,02848	0,04050	30,90377
274	15	617	2	0,02848	0,04046	30,87030
275	5	619	5	0,02827	0,04041	30,83648
276	4	619	6	0,02820	0,04037	30,80271
277	12	617	1	0,02817	0,04033	30,76911
278	9	621	2	0,02800	0,04028	30,73528
279	9	622	6	0,02797	0,04024	30,70161
280	3	611	6	0,02788	0,04019	30,66794
281	6	622	3	0,02777	0,04015	30,63420
282	5	615	2	0,02772	0,04010	30,60057
283	5	617	1	0,02772	0,04006	30,56718
284	15	621	3	0,02772	0,04002	30,53403
285	13	617	2	0,02769	0,03997	30,50102
286	4	615	3	0,02768	0,03993	30,46822
287	14	621	4	0,02768	0,03989	30,43565
288	2	622	5	0,02763	0,03985	30,40318
289	2	615	6	0,02746	0,03980	30,37048
290	5	621	5	0,02745	0,03976	30,33797
291	14	615	3	0,02739	0,03972	30,30554
292	5	621	1	0,02735	0,03968	30,27322
293	3	622	6	0,02731	0,03963	30,24102
294	12	622	6	0,02727	0,03959	30,20893
295	6	617	4	0,02724	0,03955	30,17698
296	7	622	3	0,02713	0,03951	30,14497
297	7	617	3	0,02710	0,03947	30,11309
298	12	621	5	0,02703	0,03942	30,08125
299	6	621	6	0,02691	0,03938	30,04932
300	11	621	5	0,02691	0,03934	30,01760

TABELA 5A Teores médios de clorofila a, clorofila b, clorofila total (a+b) e relação clorofila a/b de diferentes procedências de grevilea, dentro das diferentes estações climáticas do ano (concentração em $\mu\text{g.mg}^{-1}$).

Estações climáticas	Procedências N ^o	Clorofila A	Clorofila b	Clorofila total (a+b)	Relação clorofila a/b
Verão	619	1,856	1,692	3,548	1,100
	694	1,798	1,613	3,411	1,115
	111	1,879	1,583	3,462	1,187
	699	1,907	1,625	3,531	1,175
Outono	619	1,764	1,428	3,193	1,240
	694	1,718	1,370	3,088	1,260
	111	1,752	1,395	3,147	1,255
	699	1,697	1,314	3,012	1,299
Inverno	619	1,739	1,285	3,023	1,360
	694	1,579	1,138	2,717	1,400
	111	1,707	1,218	2,926	1,406
	699	1,576	1,136	2,712	1,388
Primavera	619	1,838	1,409	3,248	1,309
	694	1,802	1,367	3,169	1,321
	111	1,906	1,389	3,295	1,376
	699	1,684	1,245	2,929	1,355
Teste de Friedman procedências (X^2_r)		5,1ns	8,4,*	8,1*	8,4*
Teste de Friedman estações do ano (X^2_t)		9,30*	12,00**	11,10*	12,00**

** = altamente significativo ($p \leq 0,01$); * = significativo ($p \leq 0,05$) e ns não significativo

TABELA 6A Peso específico foliar (PEF) e área específica foliar (AEF) de diferentes procedências de grevilea dentro das diferentes estações climáticas do ano.

Estações climáticas	Procedências N ^o	Peso específico foliar (g.m^{-2})	Área específica foliar (cm^2/g)
Verão	619	141,85	71,92
	694	141,36	71,86
	111	112,45	90,23
	699	125,99	80,03
Outono	619	141,17	71,33
	694	139,97	71,87
	111	125,54	79,82
	699	140,62	71,29
Inverno	619	161,53	63,05
	694	158,80	64,29
	111	140,67	71,15
	699	153,81	65,65
Primavera	619	153,15	66,16
	694	152,65	65,65
	111	126,62	85,98
	699	139,51	72,04
Teste de Friedman procedências (X^2_r)		11,10*	8,10*
teste de Friedman estações do ano (X^2_t)		8,40*	9,3*

** = altamente significativo ($p \leq 0,01$); * = significativo ($p \leq 0,05$) e ns não significativo

TABELA 7A Variação da fotossíntese de diferentes procedências de grevilea dentro das diferentes estações climáticas do ano.

Estações climáticas	Procedências Nº	Fotossíntese ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)
Verão	619	13,79
	694	15,37
	111	13,76
	699	14,01
Outono	619	10,22
	694	11,14
	111	9,91
	699	9,01
Inverno	619	16,78
	694	17,72
	111	18,98
	699	17,59
Primavera	619	12,67
	694	12,60
	111	12,55
	699	10,22
Teste de Friedman procedências (X^2_r)		3,90ns
Teste de Friedman estações do ano (X^2_r)		12,00**

** = altamente significativo ($p \leq 0,01$); * = significativo ($p \leq 0,05$) e ns não significativo

TABELA 8A Comportamento das diferentes procedências de grevilea, no seu incremento em altura, diâmetro e volume, durante um ano, iniciando com três anos de idade.

Estações climáticas	Procedências Nº	Incremento		
		Altura (m)	Diâmetro (DAP) (cm)	Volume cilíndrico (cm^3)
Verão	619	0,916	1,371	135,226
	694	1,204	1,479	206,849
	111	1,075	1,496	188,957
	699	0,925	0,946	65,015
Outono	619	0,756	0,805	38,477
	694	0,704	0,700	27,093
	111	0,454	0,700	17,472
	699	0,567	0,621	17,173
Inverno	619	0,352	0,590	9,624
	694	0,362	0,937	24,962
	111	0,162	0,404	2,077
	699	0,408	0,508	8,269
Primavera	619	0,856	0,750	13,614
	694	0,724	0,569	18,410
	111	0,554	0,262	2,987
	699	0,725	0,908	21,049
Teste de Friedman procedências (X^2_r)		3,30ns	2,08ns	4,5ns
Teste de Friedman estações do ano (X^2_r)		12,00**	9,90*	9,9*

** = altamente significativo ($p \leq 0,01$); * = significativo ($p \leq 0,05$) e ns não significativo

ANEXO 9A Análise de correlação não paramétrica (Correlação Spearman), envolvendo as variáveis incremento em altura (ALTY), incremento em diâmetro (DAPY), incremento em volume (VOLY), clorofila a (FCA), clorofila b (FCB), clorofila total (FCT), relação clorofila a/b (FCT), peso específico foliar (PEF), área específica foliar (AEF) e fotossíntese (FFO) em grevilea.

	ALTY	DAPY	VOLY	FCA	FCB	FCT	FCR	PEF	AEF	FFO
ALTY	10000	0,623	0,729	0,6294	0,8265	0,7971	-0,8382	-0,3059	0,5254	-0,2252
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	10000	0,016	0,0048	0,0148	0,0014	0,002	0,0012	0,2361	0,0419	0,3832
DAPY	0,6225	10000	0,636	0,2325	0,5916	0,4783	-0,7638	-0,1751	0,3564	-0,0015
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	0,0159	10000	0,0138	0,3678	0,0219	0,064	0,0031	0,4976	0,1675	0,9954
VOLY	0,729	0,636	10000	0,3756	0,6274	0,5758	-0,6554	0,268	0,0007	0,045
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	0,0048	0,014	10000	0,1458	0,0151	0,0257	0,0111	0,2992	0,9977	0,8618
FCA	0,6294	0,233	0,3756	10000	0,8382	0,9382	-0,5824	-0,4029	0,5681	-0,1001
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	0,0148	0,368	0,1458	10000	0,0012	0,0003	0,0241	0,1186	0,0278	0,6983
FCB	0,8265	0,592	0,6274	0,8382	10000	0,9618	-0,9088	-0,3706	0,6034	-0,2237
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	0,0014	0,022	0,0151	0,0012	10000	0,0002	0,0004	0,1512	0,0194	0,3863
FCT	0,7971	0,478	0,5758	0,9382	0,9618	10000	-0,8029	-0,3706	0,6063	-0,1501
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	0,002	0,064	0,0257	0,0003	0,0002	10000	0,0019	0,1512	0,0189	0,561
FCR	-0,838	-0,764	-0,6554	-0,582	-0,9088	-0,8029	10000	0,3265	-0,5386	0,3267
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	0,0012	0,003	0,0111	0,0241	0,0004	0,0019	10000	0,2061	0,037	0,2057
PEF	-0,306	-0,175	0,268	-0,403	-0,3706	-0,3706	0,3265	10000	-0,9213	0,518
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	0,2361	0,498	0,2992	0,1186	0,1512	0,1512	0,2061	10000	0,0004	0,0448
AEF	0,5254	0,356	0,0007	0,5681	0,6034	0,6063	-0,5386	-0,9213	10000	-0,4256
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	0,0419	0,168	0,9977	0,0278	0,0194	0,0189	0,037	0,0004	10000	0,0993
FFO	-0,225	-0,002	0,045	-0,1	-0,2237	-0,1501	0,3267	0,518	-0,4256	10000
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	0,3832	0,995	0,8618	0,6983	0,3863	0,561	0,2057	0,0448	0,0993	10000

TABELA 10A Concentrações de macronutrientes encontrados nas folhas maduras de diferentes procedências de grevilea, dentro das diferentes estações climáticas do ano.

Estações Climáticas	Procedência N ^o	Macronutrientes (g/kg)				
		N	P	K	Ca	Mg
Verão	619	15,42	0,57	5,49	12,59	0,98
	694	15,51	0,54	5,93	10,68	1,37
	111	16,11	0,60	7,87	10,25	1,07
	699	17,55	0,60	7,63	10,82	1,46
Outono	619	13,92	0,48	6,55	10,47	1,05
	694	15,08	0,51	6,93	10,32	1,20
	111	14,85	0,56	9,12	8,66	1,01
	699	15,27	0,53	7,17	7,59	1,33
Inverno	619	15,19	0,69	3,96	12,17	1,15
	694	15,99	0,58	3,40	12,10	1,39
	111	14,70	0,62	4,34	10,89	1,09
	699	15,28	0,65	3,48	10,08	1,45
Primavera	619	15,35	0,57	5,48	10,40	0,97
	694	15,79	0,51	4,61	10,34	1,09
	111	17,78	0,68	7,50	9,35	0,96
	699	15,94	0,66	6,82	8,19	1,03
Teste de Friedman proced. (X ² _r)		6,30ns	6,85ns	9,30*	9,30*	10,20*
Teste de Friedman est. ano (X ² _r)		6,60ns	7,97*	11,10*	9,90*	9,90*

** = altamente significativo (p ≤ 0,01); * = significativo (p ≤ 0,05) e ns não significativo

TABELA 11A Concentrações de micronutrientes encontrados em folhas maduras de diferentes procedências de grevilea, dentro das diferentes estações climáticas do ano.

Estações Climáticas	Procedência N ^o	Micronutrientes (mg/kg)			
		Cu	Fe	Mn	Zn
Verão	619	7,00	172,50	1481,25	9,25
	694	6,00	99,75	779,25	9,25
	111	6,00	103,00	1008,25	9,50
	699	6,50	87,00	602,25	9,50
Outono	619	7,25	236,75	1307,50	8,75
	694	7,25	114,00	823,75	7,50
	111	7,75	129,25	1111,75	9,25
	699	8,25	130,00	731,50	8,00
Inverno	619	6,25	268,25	580,00	12,75
	694	4,75	181,00	240,00	9,25
	111	6,00	183,00	462,50	11,50
	699	5,75	196,75	105,75	9,00
Primavera	619	7,75	196,25	1191,00	11,00
	694	6,50	149,50	826,25	10,00
	111	8,00	139,00	919,50	11,50
	699	8,50	129,25	527,25	11,50
Teste de Friedman proced. (X ² _r)		5,76ns	7,50ns	12,0**	5,92ns
Teste de Friedman est. Ano (X ² _r)		10,85*	10,80*	8,40*	9,56*

** = altamente significativo (p ≤ 0,01); * = significativo (p ≤ 0,05) e ns não significativo

ANEXO 12A Tabela de médias da produção de serapilheira depositada no período de um ano e concentrações (1) e conteúdos (2) de macroelementos em grevilea.

PROC	BLOC	SP SEC/Ha	SN1	SN2	SP1	SP2	SK1	SK2	SCa1	SCa2	SMg1	SMg2
111	3	9762,40	12,48	121,86	0,31	3,00	1,30	12,67	8,83	86,23	0,48	4,71
111	6	9796,79	11,02	107,94	0,32	3,16	1,40	13,67	10,51	102,99	0,44	4,31
111	7	9813,27	12,02	117,98	0,37	3,58	1,29	12,66	6,76	66,36	0,44	4,27
111	10	12113,27	11,06	134,00	0,34	4,06	1,70	20,59	11,39	137,97	0,59	7,12
619	3	11910,66	12,63	150,46	0,31	3,72	1,03	12,27	10,24	121,94	0,55	6,58
619	6	10212,09	10,85	110,80	0,32	3,24	1,45	14,83	6,37	65,00	0,52	5,31
619	7	14223,52	10,39	147,78	0,28	4,02	1,59	22,54	10,42	148,24	0,59	8,36
619	10	13201,48	10,25	135,28	0,30	3,89	1,05	13,80	10,40	137,26	0,53	6,96
694	3	12971,17	11,27	146,15	0,29	3,73	0,94	12,23	10,51	136,26	0,59	7,65
694	6	12184,18	10,18	124,07	0,28	3,35	1,84	22,42	9,15	111,42	0,65	7,92
694	7	8540,00	10,27	87,66	0,28	2,41	1,03	8,77	10,22	87,26	0,60	5,08
694	10	8540,51	8,96	76,50	0,31	2,67	1,29	11,02	10,67	91,15	0,61	5,21
699	3	8679,13	11,45	99,38	0,35	3,02	1,27	11,02	10,48	90,96	0,67	5,84
699	6	5375,77	12,36	66,44	0,39	2,10	1,22	6,54	5,93	31,89	0,72	3,88
699	7	10196,38	11,68	119,07	0,40	4,03	0,70	7,15	8,73	89,01	0,63	6,42
699	10	6758,11	10,54	71,20	0,33	2,25	1,16	7,86	9,54	64,49	0,68	4,61

ANEXO 13A Tabela de médias da produção de serapilheira depositada no período de um ano e concentrações (1) e conteúdos (2) de microelementos em grevilea.

PROC	BLOC	SP SEC/Ha	SCu1	SCu2	SFe1	SFe2	SMn1	SMn2	SZn1	SZn2
111	3	9762,40	5,50	53,69	276,50	2699,30	779,25	7607,35	12,50	122,03
111	6	9796,79	4,75	46,53	362,50	3551,33	860,25	8427,68	16,25	159,20
111	7	9813,27	5,75	56,43	354,25	3476,35	1071,50	10514,91	16,25	159,47
111	10	12113,27	4,75	57,54	310,25	3758,14	740,75	8972,90	19,50	236,21
619	3	11910,66	5,25	62,53	349,50	4162,78	815,25	9710,17	9,00	107,20
619	6	10212,09	5,25	53,61	363,25	3709,54	858,00	8761,97	10,75	109,78
619	7	14223,52	4,50	64,01	314,25	4469,74	945,75	13451,89	16,25	231,13
619	10	13201,48	4,75	62,71	313,00	4132,06	1067,25	14089,28	13,25	174,92
694	3	12971,17	4,00	51,88	369,25	4789,61	729,50	9462,47	12,00	155,65
694	6	12184,18	4,25	51,78	263,50	3210,53	765,50	9326,99	14,00	170,58
694	7	8540,00	5,50	46,97	251,00	2143,54	800,25	6834,14	15,25	130,24
694	10	8540,51	4,50	38,43	273,25	2333,69	747,75	6386,17	14,25	121,70
699	3	8679,13	5,00	43,40	369,00	3202,60	788,50	6843,50	10,00	86,79
699	6	5375,77	6,50	34,94	316,75	1702,77	628,25	3377,32	18,25	98,11
699	7	10196,38	5,25	53,53	352,50	3594,22	688,50	7020,21	13,50	137,65
699	10	6758,11	5,00	33,79	256,50	1733,46	606,25	4097,11	15,00	101,37