

**Determinação de Algumas  
Variáveis Ecofisiológicas em  
Progenies de Grevílea**



## **República Federativa do Brasil**

*Luiz Inácio Lula da Silva*

Presidente

## **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**

*Roberto Rodrigues*

Ministro

## **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa**

### **Conselho de Administração**

*Luiz Carlos Guedes Pinto*

Presidente

*Silvio Crestana*

Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*

*Ernesto Paterniani*

*Hélio Tollini*

*Marcelo Barbosa Saintive*

Membros

### **Diretoria Executiva da Embrapa**

*Silvio Crestana*

Diretor-Presidente

*José Geraldo Eugênio de França*

*Kepler Euclides Filho*

*Tatiana Deane de Abreu Sá*

Diretores-Executivos

### **Embrapa Florestas**

*Moacir José Sales Medrado*

Chefe-Geral

*Miguel Haliski*

Chefe-Adjunto de Administração

*Sergio Gaiad*

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Antonio Maciel Botelho Machado*

Chefe-Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Florestas  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

ISSN 1980-041X

Dezembro, 2005

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 24***

## **Determinação de Algumas Variáveis Ecofisiológicas em Progenies de Grevílea**

Emerson Gonçalves Martins  
Edinelson José Maciel Neves  
Jorge Ribaski

Colombo, PR  
2005

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Florestas**

Estrada da Ribeira, km 111

Caixa Postal 319

Fone/Fax: (41) 3675-5600

Home page: <http://www.cnpf.embrapa.br>

E-mail (sac): [sac@cnpf.embrapa.br](mailto:sac@cnpf.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Luiz Roberto Graça

Secretária-Executiva: Elisabete Oaida

Membros: Alvaro Figueredo dos Santos, Edilson Batista de Oliveira, Honorino Roque Rodigheri, Ivar Wendling, Maria Augusta Doetzer Rosot, Patrícia Póvoa de Mattos, Sandra Bos Mikich, Sérgio Ahrens

Supervisor editorial: Luiz Roberto Graça

Revisor de texto: Mauro Marcelo Berté

Normalização bibliográfica: Elizabeth Denise Câmara Trevisan, Lidia Woronkoff

Editoração eletrônica: Luciane Cristine Jaques

**1ª edição**

1ª impressão (2005): sob demanda

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

*Embrapa Florestas*

---

Martins, Emerson Gonçalves.

Determinação de algumas variáveis ecofisiológicas de progênies de grevilea / Emerson Gonçalves Martins, Edinelson José Maciel Neves, Jorge Ribaski. - Colombo : Embrapa Florestas, 2005.

27 p. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Florestas, ISSN 1676-9449 ; 24)  
ISSN 1980-041X (CD-ROM)

1. *Grevillea robusta* - Fotossíntese. 2. *Grevillea robusta* - Clorofila.. I. Neves, Edinelson José Maciel. II. Ribaski, Jorge. III. Título. IV. Série.

---

CDD 634.97389 (21. ed.)

© Embrapa 2005

# Sumário

Resumo.....	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	12
Conclusões.....	22
Referências Bibliográficas.....	23

# Determinação de Algumas Variáveis Ecofisiológicas em Progênie de Grevílea

*Emerson Gonçalves Martins*<sup>1</sup>  
*Edinelson José Maciel Neves*<sup>2</sup>  
*Jorge Ribaski*<sup>3</sup>

## Resumo

Avaliaram-se diferentes variáveis ecofisiológicas, em diferentes estações do ano (outono, inverno e primavera de 1997, e verão de 1998) e em seis progênie de grevílea (*Grevillea robusta* Cunn.) de origem australiana aos três para quatro anos de idade. As variáveis avaliadas foram: concentrações de clorofila **a**, clorofila **b** clorofila total, a relação clorofila **a/b**, o peso e área específica e fotossíntese. Os resultados possibilitaram as seguintes conclusões: 1) Existe correlação entre as variáveis ecofisiológicas (clorofila **a** e clorofila total) com as variáveis dendrométricas (altura, diâmetro e volume). 2) Houve variações significativas entre progênie nas variáveis clorofila **a**, **b** e total, não apresentando variação na relação clorofila **a/b**. 3) Todas as progênie estudadas apresentaram variação significativa na concentração de clorofila total e relação clorofila **a/b** entre as diferentes estações do ano. 4) No inverno, as amostras de grevílea apresentaram em média 37,77% e 267,87% superior em peso verde de folíolos e peso seco de folíolos quando comparado com menor valor obtido no outono e no inverno, respectivamente. 5) Na primavera, as amostras de grevílea apresentaram em média 35,77% superior em área foliar de folíolos quando comparado com menor valor obtido no outono. 6) O peso específico foliar e a área específica nas progênie estudadas foram semelhantes e diferiram significativamente nas estações do ano. 7) A fotossíntese não diferiu significativamente entre progênie, mas sim entre estações do ano (inverno contra demais estações do ano).

**PALAVRAS-CHAVE:** Concentração de clorofila, parâmetros fisiológicos.

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Ph.D., CREA N°. 4.509-D, pesquisador da *Embrapa Florestas*

<sup>2</sup> Eng. Florestal, Ph.D., CREA N°. 3.996-D, pesquisador da *Embrapa Florestas*

<sup>3</sup> Eng. Florestal, Ph.D., CREA N°. 7504-D, pesquisador da *Embrapa Florestas*

# Determination of Some Ecophysiological Variables in Progenies of Grevillea

---

## Abstract

*Different ecophysiological variables were evaluated in several seasons of the year (autumn, winter and spring of 1997 and summer of 1998). Six Australian progenies of Grevillea (Grevillea robusta Cunn.) with four years of age were evaluated. Concentration of chlorophyll a, b and total chlorophyll concentration, leaf weight, leaf specific area and photosynthesis rate were considered. Results led to the following conclusions: 1) Phenotypic correlations among ecophysiological variables (chlorophyll a and total chlorophyll) and dendrometric variables (height, diameter and volume); 2) Significant variations among chlorophyll a, b and total were met in different progenies. Relation chlorophyll a/b was not met; 3) All progenies studied presented significant variations in the total chlorophyll concentration and relation chlorophyll a/b in the different seasons of the year; 4) In the winter, Grevillea data were from 37,77% and 267,87% higher related to the characteristics leaflets fresh weight and leaflets dry weight compared with the lower value reached in the autumn and in the winter, respectively; 5) Grevillea leaflet area was 35,77% higher in spring related to the lower value got in the autumn; 6) Specific leaf weight and specific leaf area were similar for all progenies and differed significantly for all climatic seasons; 7) Photosynthesis did not differ significantly among progenies along the seasons, exception made to winter.*

**KEYWORDS:** *Grevillea, chlorophyll concentration, ecophysiological parameters.*

## Introdução

A grevílea (*Grevillea robusta* Cunn.) é uma espécie nativa de áreas costeiras subtropicais da Austrália (New South Wales e Queensland) e foi descrita pela primeira vez pelo botânico Alan Cunningham em 1827. É uma espécie angiosperma, dicotiledonea da família Proteaceae. Em 1930, o mesmo autor levou sementes para a Inglaterra, tornando-a conhecida na Europa como planta ornamental cultivada em casa de vegetação com temperatura controlada (HARWOOD & GETAHUN, 1990).

No Brasil, a grevílea foi introduzida no século XX, no Estado de São Paulo, com o objetivo de sombrear cafezais. Em 1975, o I.B.C. (Instituto Brasileiro do Café) recomendou a espécie para a formação de quebra-ventos com a finalidade de reduzir a ação dos ventos frios, quentes ou secos. A técnica consiste em plantar renques de grevílea perpendiculares aos ventos sudeste, distanciados em 100 m, com árvores espaçadas de 4 m, nas linhas (INSTITUTO..., 1981). Posteriormente, com a boa aceitação da espécie pelos produtores rurais, principalmente, pelos serviços ambientais prestados e pela possibilidade de se usar a madeira para móveis, parquês e torneados, a *Embrapa Florestas* introduziu, em 1992 e 1993, procedências e progênes de diferentes locais da Austrália (Figura 1).

Os fatores primários que determinam o estabelecimento de determinada comunidade vegetal em uma região são a precipitação, a temperatura e a luz. A distribuição das espécies dentro das comunidades está fortemente influenciada pelas diferenças na 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 abaixo do dossel (REIFSNYDER & LULL, 1965). A luminosidade 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 inclinação no horizonte superior a 30°.

A qualidade da luz é importante para os processos de fotoperiodismo e fototropismo (EVANS, 1973); alongamento caulinar (SASAKI & MORI, 1981); dormência e germinação de sementes (WIECHERS & VASQUEZ-YANES, 1979). Entretanto, os vários 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, a temperatura, a concentração de gás carbônico do ar, a umidade, a fertilidade do solo, os fungicidas, os inseticidas e doenças são fatores que afetam a fotossíntese e a transpiração (LARCHER, 1986 e KRAMER & KOZLOWSKI, 1979).

O peso específico foliar (PEF) e a área específica foliar (AEF), segundo Caldas et al. (1992) e Carvalho, (1996), são variáveis muito importantes para se determinar a capacidade fotossintética das plantas e também para se determinar a capacidade de adaptação das espécies a diferentes regiões com diferentes níveis de luminosidade.

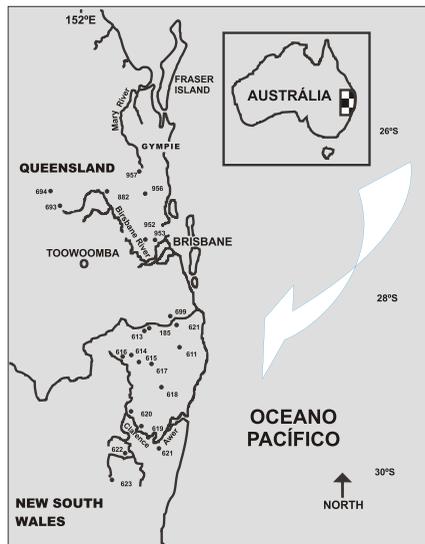


Fig. 1. Locais de coleta e números de referência das procedências de *grevílea* na Austrália, introduzidas pela *Embrapa Florestas* em 1992 e 1993.

A quantidade de luz é importante para muitos processos fisiológicos nos vegetais e também influencia diretamente o fotoperiodismo e o fototropismo (EVANS, 1973), o alongamento caulinar (SASAKI & MORI, 1981), a dormência e a germinação de sementes (WIECHERS & VASQUEZ-YANES, 1979). Entretanto, os autores são unânimes em aceitar que as diferenças de luz quanto à sua intensidade têm, 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. Um argumento a favor desta hipótese é que, 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 é a mais abundante em condições da floresta e, também, é mais facilmente absorvida pelos pigmentos acessórios, principalmente carotenóides, que transferem energia adicional para a clorofila (WHATLEY & WHATLEY, 1982).

Entre as mais importantes variáveis ecofisiológicas, encontram-se a clorofila **a**, clorofila **b**, clorofila total (**a + b**), relação clorofila **a/b**, peso e área específica foliar e fotossíntese. Pela estreita relação existente entre a luz e a síntese de clorofila e entre esta e a fotossíntese, vários pesquisadores têm investigado a influência da intensidade luminosa na concentração de clorofila na folha de diversas plantas (ENGEL, 1989).

A área foliar é uma característica muito utilizada na avaliação de tolerância ao sombreamento. O aumento da área foliar é um recurso que as plantas utilizam para aumentar a superfície fotossintética e, conseqüentemente, assegurar um aproveitamento mais eficiente nas baixas intensidades luminosas, compensando as baixas taxas de fotossíntese por unidade de área foliar. Esta é uma característica das folhas de sombra. Como a grevílea é uma espécie pouco estudada nesta área, foram selecionadas as citadas variáveis para integrarem este trabalho, procurando-se correlacioná-las com o crescimento e adaptação das diferentes procedências.

## **Material e Métodos**

### **1. Local de coleta**

O material constituído de folhas verdes foi coletado no Município de Ponta Grossa, PR. A área de coleta está localizada a 25° 05' de latitude Sul, e 50° 10' de longitude Oeste, com altitude de aproximadamente 900 m (Figura 2). Esse povoamento foi implantado em 2 março de 1994, com 60 progênies de polinização livre, plantadas em parcelas lineares de cinco plantas, distribuídas em sete blocos .

### **2. Progênies selecionadas**

Foram selecionadas a testemunha (material usado comercialmente) e, aleatoriamente, cinco progênies, das quais foram cinco árvores por parcela das

progênies: DL 346; CEH 088; GJM 991; GJM 979; GJM 969; e 111 (testemunha).

### 3. Variáveis ecofisiológicas estudadas

Para cada variável, seguiram-se metodologias específicas tanto na coleta de dados quanto nas determinações em laboratório. Para cada variável estudada, foram coletadas amostras em quatro épocas, seguindo-se o cronograma de amostragem (Tabela 1).

**Tabela 1.** Cronograma de amostragem de dados de campo em progênies de grevílea no Município de Ponta Grossa, PR.

Coleta	Mês e ano	Estações do ano
1 <sup>a</sup>	Abril de 1997	Outono
2 <sup>a</sup>	Julho de 1997	Inverno
3 <sup>a</sup>	Outubro 1997	Primavera
4 <sup>a</sup>	Fevereiro de 1998	Verão



**Fig. 2.** Localização do Município de Ponta Grossa no Estado do Paraná.

### 3.1. Clorofila a (Clor a), Clorofila b (Clor b), Clorofila total (Clor t), Relação clorofila a clorofila b (Clor a/b).

Para a determinação do teor da clorofila **a**, **b**, **total** e relação **a/b**, foram coletadas seis folhas, no terço médio de cada árvore, sendo duas em cada face (norte, nordeste e noroeste). Esse material foi armazenado em uma caixa térmica com gelo e transportado para o laboratório.

De cada folha, foi retirado um folíolo, sendo todas elas cortadas e reduzidas a pequenos fragmentos de modo que se obtenham aproximadamente 20 g de material representativo de cada árvore, para extração da clorofila pelo método descrito por BARNES (1992) onde, para o teor da clorofila, é utilizada a fórmula:

$$Ca = 14,85 (A_{665}) - 5,14 (A_{648})$$

$$Cb = 25,48 (A_{648}) - 7,36 (A_{665})$$

onde: Ca = Quantidade de clorofila a, em mg/cm<sup>3</sup> de extrato.

Cb = Quantidade de clorofila b, em mg/cm<sup>3</sup> de extrato.

A<sub>665</sub> = Valor da absorbância em 665 nm.

A<sub>648</sub> = Valor da absorbância em 648 nm.

Seguindo esta metodologia de preparo da amostra, cinco repetições por árvore foram efetuadas .

### 3.2. Peso foliar folíolos Verdes (PFFV), Peso foliar folíolos Secos (PFFS), área foliar folíolos (AFF), peso específico foliar (PEF) e área específica foliar (AEF).

Na determinação do peso dos folíolos verdes, peso dos folíolos secos, área dos folíolos, peso específico foliar e área específica foliar, utilizando-se as mesmas folhas usadas para a determinação da clorofila, foi retirado um folíolo de cada folha, totalizando seis folíolos por árvore. Esses foram medidos repetidamente por cinco vezes, visando determinar a área foliar média e, posteriormente, foram colocados em estufa a 65° C por três dias. Após a secagem, os folíolos, representando cada uma das árvores, foram pesados e o resultado foi utilizado para determinar o peso específico e a área específica foliar.

### 3.3. Fotossíntese

As avaliações de trocas gasosas foram feitas diretamente nas folhas

posicionadas no terço médio da altura da árvore, na face norte. As medições, em três leituras, foram feitas sempre na mesma folha com o auxílio de um medidor portátil "Li'COR", (modelo Li-6200). A área foliar foi determinada posteriormente, através de cinco medições em aparelho próprio "Li-COR", (modelo Li 3050), e a média lançada no "Li' COR" (modelo Li-6200), para se estimar a fotossíntese líquida.

#### **4. Variáveis Dendrométricas**

Dados referentes ao crescimento como a altura, o diâmetro e o volume do fuste das árvores foram obtidos nas diferentes épocas de coleta das amostras destinadas à determinação das variáveis ecofisiológicas. A finalidade foi estudar as possíveis correlações entre as variáveis de crescimento e os parâmetros ecofisiológicos.

## **Resultados e Discussão**

Coefficientes de correlação superiores a 65%, com nível de significância de 1%, foram encontrados entre as variáveis dendrométricas, (altura, diâmetro e volume) e as variáveis ecofisiológicas, (clorofila a, clorofila total e área foliar). Foi encontrada, também, correlação do diâmetro e volume com o peso seco dos folíolos (Tabela 2). Coeficientes de correlação entre teores de clorofila e variáveis dendrométricas também foram relatados por Martins (2000), onde a maior correlação ocorreu entre a clorofila b e o DAP das árvores.

Levando-se em conta que a clorofila total representa a soma das clorofilas a e b, a mesma torna-se a variável fisiológica mais importante que tende a influenciar as variáveis de crescimento. Os crescimentos em altura, diâmetro e volume estão diretamente ligados à concentração de clorofila a e clorofila total nas folhas (Tabela 2). Não foram detectadas correlações envolvendo a fotossíntese, peso específico e área específica foliar com a clorofila, no presente trabalho.

Outras correlações também foram detectadas como entre a área dos folíolos e as variáveis dendrométricas (altura, diâmetro e volume). Esta variável ecofisiológica (área dos folíolos) possui uma correlação altamente significativa e superior a 70% com as variáveis dendrométricas (altura, diâmetro e volume) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Correlação das variáveis dendrométricas com as variáveis ecofisiológicas em grevílea, com quatro anos de idade em Ponta Grossa, PR.

DAP	Volume	Clor a	Clor b	Clor a/b	Clor total	PFV	AFF	PFFS	PEF	AEF	FOTO
Altura	95,36	94,35	68,70**	50,72	11,59	66,81**	74,40**	55,28	25,87	4,01	2,17
DAP	-----	96,11	72,99**	43,61	25,76	66,06**	71,90**	67,19**	18,68	5,65	- 7,26
Volume	-----	-----	68,05**	49,51	13,39	65,84**	75,02**	62,09**	14,22	- 3,29	- 8,16
Clor a	-----	-----	-----	65,32	33,60	93,18	47,11	52,15	25,44	22,84	18,41
Clor b	-----	-----	-----	-----	- 48,37	88,35	46,20	- 5,69	5,82	2,84	42,34
Clor a/b	-----	-----	-----	-----	-----	- 2,40	- 6,54	66,54	34,14	21,96	- 28,84
Clor Total	-----	-----	-----	-----	-----	-----	51,29	29,53	12,95	15,50	31,68
PFV	-----	-----	-----	-----	-----	-----	75,60	24,72	32,94	- 30,92	- 13,48
AFF	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	45,35	- 31,94	16,35	- 18,50
PFFS	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	- 17,61	- 9,87	- 24,56
PEF	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	- 56,80	6,85
AEF	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	- 7,54

DAP = Diâmetro na altura do peito  
 Teor de Clor a = Clorofila a  
 Teor de Clor b = Clorofila b  
 Clor a/b = Relação clorofila a clorofila b  
 Teor de Clor total = Clorofila total  
 FOTO = Fotossíntese

PFV = Peso foliar folíolos verdes  
 AFF = Área foliar folíolos  
 PFFS = Peso foliar folíolos secos  
 PEF = Peso específico foliar  
 AEF = Área específica foliar

### 1. Variação do Teor da Clorofila nas Diferentes Estações do Ano

Observaram-se variações significativas ao nível de 1% de probabilidade entre estações do ano em todas as variáveis fisiológicas (clorofila **a**, clorofila **b**, clorofila **total** e relação clorofila **a/b**). Entre progênes, só não foi encontrada variação significativa para a variável relação clorofila **a/b** (Tabela 3).

**Tabela 3.** Análise de variância das variáveis ecofisiológicas entre progênes de grevílea e estações do ano aos quatro anos de idade.

Variável	Fonte	G.L.	Q. M.	F.	P>F
Clorofila <b>a</b>	Progênie (A)	5	0,170	4,31 (1)	0,0125
	Estações do ano (B)	3	1,992	50,46 (1)	0,0000
	Interação AB	15	0,039	1,57 (0)	0,0960
	Resíduo	96	0,025		
	<b>Total</b>	<b>119</b>			
Clorofila <b>b</b>	Progênie (A)	5	0,119	6,60 (1)	0,0019
	Estações do ano (B)	3	0,391	21,62 (1)	0,0000
	Interação AB	15	0,018	1,08 (0)	0,3839
	Resíduo	96	0,017		
	<b>Total</b>	<b>119</b>			
Clorofila <b>total</b>	Progênie (A)	5	0,566	5,95 (1)	0,0032
	Estações do ano (B)	3	3,972	41,74 (1)	0,0000
	Interação AB	15	0,095	1,29 (0)	0,2225
	Resíduo	96	0,074		
	<b>Total</b>	<b>119</b>			
Relação clorofila <b>a/b</b>	Progênie (A)	5	0,024	0,66 (1)	0,6526
	Estações. do ano (B)	3	0,669	18,32 (1)	0,0000
	Interação AB	15	0,036	2,70 (0)	0,0017
	Resíduo	96	0,013		
	<b>Total</b>	<b>119</b>			

Baseado nos seguintes quadrados médios

(01) Resíduo

(02) Interação (AB)

A concentração de clorofila **a** foi maior que a concentração de clorofila **b**, coincidindo com os resultados obtidos, por Engel (1989), Carvalho (1996) e Martins (2000). Com relação às concentrações de clorofila **a**, **b** e **total (a + b)**, todas apresentaram concentrações mais altas no inverno e na primavera, e as menores concentrações foram observadas no verão e outono. (Figura 3). Autores como Siefertmann-Harms (1994), Susheelamma et al. (1990), Ivanova & Velikova (1990) e Mezentzeva et al. (1976), trabalhando com diferentes espécies, chegaram à conclusão de que, no verão, a concentração de clorofila é significativamente maior que no inverno. Isto não ocorreu neste trabalho devido, provavelmente, ao longo período de chuvas ocorridos no verão e outono, ocorrendo o oposto no inverno e primavera com pouca chuva, períodos secos e dias bem iluminados.

A concentração média de clorofila **a** variou de 1,310 a 1,092 g.mg<sup>-1</sup> nas progênie GJM 991 e DL 346, respectivamente. Esta variação permaneceu entre 1,514 a 0,942 g.mg<sup>-1</sup> na primavera e outono, respectivamente. Com relação ao teor de clorofila **b**, a concentração (Tabela 04) variou entre 0,948 a 0,756 g.mg<sup>-1</sup> (progênies GJM 969 e DL 346 respectivamente). Na primavera, época de maior concentração da clorofila **b**, foi detectado 0,960 g.mg<sup>-1</sup> que não diferiu do observado no inverno (0,887 g.mg<sup>-1</sup>), mas distinto do observado no outono (0,690 g.mg<sup>-1</sup>).

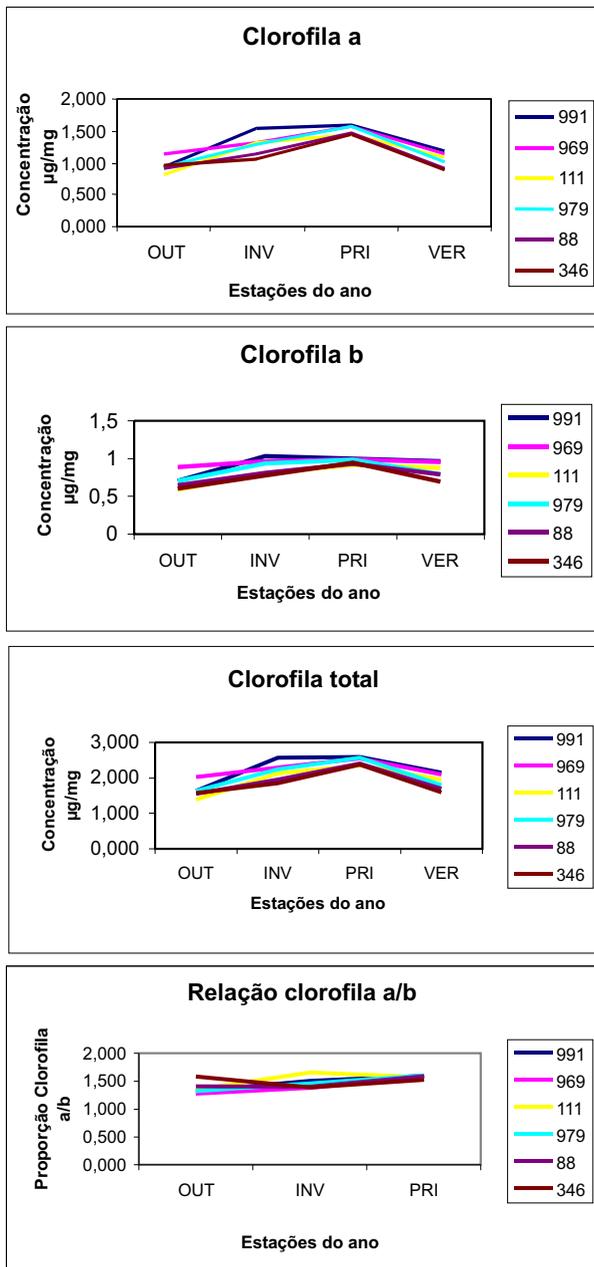


Fig. 3. Variação da clorofila a, clorofila b, clorofila total e relação clorofila a/b em progenies de grévílea durante as quatro estações do ano em Ponta Grossa, PR.

Como a clorofila **total** é a soma das clorofila **a** e **b**, as diferenças entre progênies e entre estações do ano também foram significativas. A variação dentro de progênies, quanto ao teor de clorofila **total**, foi de 2,239 g.mg<sup>-1</sup> a 1,848 g.mg<sup>-1</sup> (GJM 969 e DL 346, respectivamente). Quanto às estações do ano, a variação ficou entre 2,474 g.mg<sup>-1</sup> e 1,632 g.mg<sup>-1</sup> (primavera e outono, respectivamente).

A relação clorofila **a/b** não variou significativamente entre as progênies, mas sim entre estações do ano, oscilando de 1,577 na primavera a 1,365 no outono. A menor relação clorofila **a/b** ocorreu no verão 1,223 (Tabela 4).

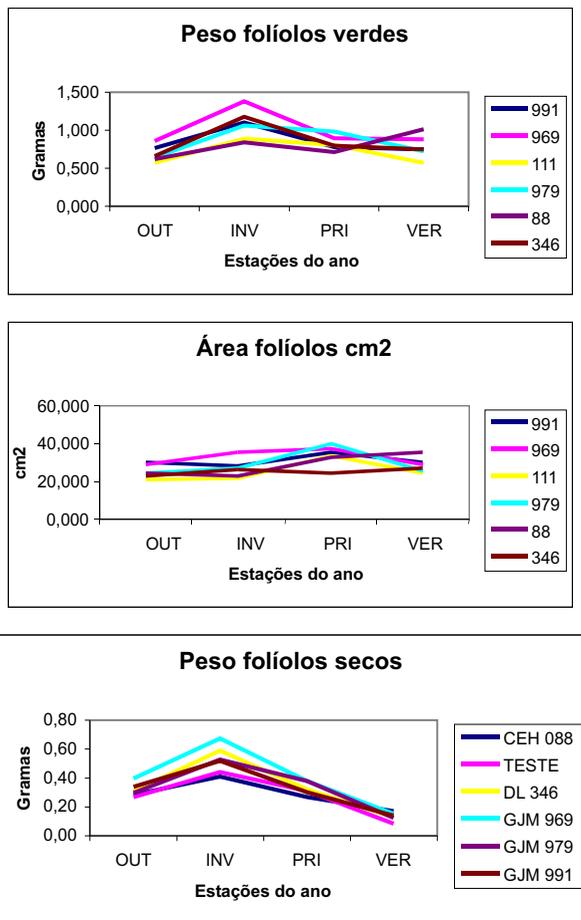
**Tabela 4.** Variação da concentração de clorofila em diferentes progênies de grevílea durante as estações do ano em Ponta Grossa, PR.

Tratamento	Clorofila a		Clorofila b		Clorofila total	Relação Clorofila a/b		
	g.mg <sup>-1</sup>		g.mg <sup>-1</sup>		g.mg <sup>-1</sup>			
<b>Progênie</b>								
GJM 991	1,310	a	0,925	a	2,235	a	1,416	a
GJM 969	1,291	ab	0,948	ab	2,239	a	1,361	a
GJM 979	1,204	ab	0,855	abc	2,059	ab	1,408	a
Teste (111)	1,158	ab	0,797	bc	1,955	ab	1,452	a
CEH 088	1,105	b	0,795	bc	1,900	b	1,389	a
DI 346	1,092	b	0,756	c	1,848	b	1,444	a
<b>Época</b>								
Primavera	1,514	a	0,960	a	2,474	a	1,577	a
Inverno	1,282	a	0,887	ab	2,169	b	1,445	ab
<b>Verão</b>	1,035	b	0,846	b	1,881	c	1,223	b
Outono	0,942	c	0,690	c	1,632	d	1,365	c

a,b,... = médias seguidas pelas mesmas letras não diferem, estatisticamente, entre si, ao nível de 5% pelo teste Tukey.

## 2. Variação no Peso e na Área de Folíolos nas Diferentes Estações do Ano

As progênies apresentaram características foliares semelhantes ao longo das estações do ano (Figura 4). Tanto o peso verde quanto o peso seco dos folíolos foram maiores no inverno do que nas outras estações. A maior área foliar, em todas as progênies, foi observada no verão e primavera, épocas em que as plantas mantêm maior atividade metabólica.



**Fig. 4.** Variação do peso verde de folíolos, peso seco de folíolos secos e área dos folíolos em progênies de *grevílea* durante as quatro estações do ano em Ponta Grossa, PR.

Houve variação significativa entre progênies apenas no peso seco de folíolos. Houve variações significativas em peso seco de folíolos, peso verde de folíolos e área de folíolos entre estações do ano. Em folíolos secos, apenas uma progênie diferiu das outras em relação ao peso seco de folíolos (GJM 969 com 0,400 gramas). Esta mesma progênie apresentou, também, maior área de folíolos (32,645 cm<sup>2</sup>), contrastando com a progênie testemunha que apresentou a menor área (25,176 cm<sup>2</sup>) (Tabela 5).

**Tabela 5.** Análise de variância das variáveis relativas às folhas de grevílea entre progênes e estações do ano em Ponta Grossa, com quatro anos de idade.

Variável	Fonte	G.L.	Q. M.	F.	P>F
Peso verde fólios	Progênie (A)	5	0,184	2,43 (1)	0,0832
	Estações do ano (B)	3	0,824	10,91 (1)	0,0005
	Interação AB	15	0,075	2,18 (0)	0,0120
	Resíduo	96	0,035		
	<b>Total</b>	<b>119</b>			
Peso seco fólios	Progênie (A)	5	0,039	3,82 (1)	0,0196
	Estações do ano (B)	3	0,773	74,35 (1)	0,0000
	Interação AB	15	0,010	2,25 (0)	0,0092
	Resíduo	96	0,005		
	<b>Total</b>	<b>119</b>			
Área fólios	Progênie (A)	5	181,145	2,42 (1)	0,0842
	Estações do ano (B)	3	452,929	6,06 (1)	0,0065
	Interação AB	15	74,695	1,77 (0)	0,0492
	Resíduo	96	42,039		
	<b>Total</b>	<b>119</b>			

Baseado nos seguintes quadrados médios (1) Resíduo (0) Interação (AB)

A variação entre as estações do ano foram: a) peso verde de fólios com valor máximo de 1,076 g no inverno e mínimo de 0,687 g no outono; b) peso seco de fólios com valor máximo de 0,526 g no inverno e mínimo de 0,134 g no verão; c) área de fólios de 34,096 cm<sup>2</sup> na primavera e 25,113 cm<sup>2</sup> no outono (Tabela 6).

**Tabela 6.** Peso e área foliar de grevílea com quatro anos de idade em Ponta Grossa, PR.

Tratamentos	Peso verde de fólios		Peso seco de fólios		Área de fólios	
	(g)		(g)		(cm <sup>2</sup> )	
<b>Progênie</b>						
GJM 991	0,848	ab	0,324	ab	30,899	a
GJM 969	1,004	a	0,400	a	32,645	a
GJM 979	0,853	ab	0,333	ab	29,317	a
Teste (111)	0,709	b	0,277	b	25,176	a
CEH 088	0,798	ab	0,283	b	28,664	a
DL 346	0,847	ab	0,336	ab	25,222	a
<b>Época</b>						
Primavera	0,829	b	0,327	b	34,096	a
Verão	0,781	b	0,143	c	26,886	b
Inverno	1,076	a	0,526	a	28,820	ab
Outono	0,687	b	0,315	b	25,113	b

a,b... = médias seguidas pelas mesmas letras não diferem, estatisticamente, entre si, ao nível de 5% pelo teste Tukey.

### 3. Variação no Peso Específico, Área Específica Foliar e Fotossíntese nas Diferentes Estações do Ano

Variações significativas em PEF, AEF e fotossíntese foram encontradas somente entre estações do ano (Tabela 7).

**Tabela 7.** Análise de variância das características foliares e fotossintéticas entre progenies e estações do ano em grevílea com quatro anos de idade em Ponta grossa, PR.

Variável	Fonte	G.L.	Q. M.	F.	P>F
Peso específico foliar	Progênie (A)	5	1804,590	2,71 (1)	0,0613
	Estações do ano (B)	3	122622,680	184,25 (1)	0,0000
	Interação AB	15	665,495	1,71 (0)	0,0613
	Resíduo	96	389,017		
	Total	119			
Área específica foliar	Progênie (A)	5	4027,810	1,73 (1)	0,1868
	Estações do ano (B)	3	155643,130	67,14 (1)	0,0000
	Interação AB	15	2318,144	2,82 (0)	0,0011
	Resíduo	96	821,254		
	Total	119			
Fotossíntese	Progênie (A)	5	6,476	0,78 (1)	0,5742
	Estações do ano (B)	3	381,809	93,69 (1)	0,0000
	Interação AB	15	6,528	1,60 (0)	0,0874
	Resíduo	96	3,796		
	Total	119			

Baseado nos seguintes quadrados médios

(1) Resíduo

(0) Interação (AB)

Todas as progenies acompanharam um aumento ou diminuição simultâneos no seu PEF, AEF e fotossíntese durante as estações do ano. No inverno, foram observados os menores valores de AEF e os maiores valores de PEF (Figura 5). Fato semelhante foi detectado por Kimura (1992), em *Pinus thunbergii*. Segundo esse autor, o aumento do peso específico deve-se ao acúmulo de reservas que deverão ser utilizadas na época de crescimento da planta. A maior atividade fotossintética da grevílea foi constatada na primavera, época em que a planta encontra-se com sua maior atividade metabólica, reduzindo-se no verão e estabilizando-se no outono e inverno (Figura 5).

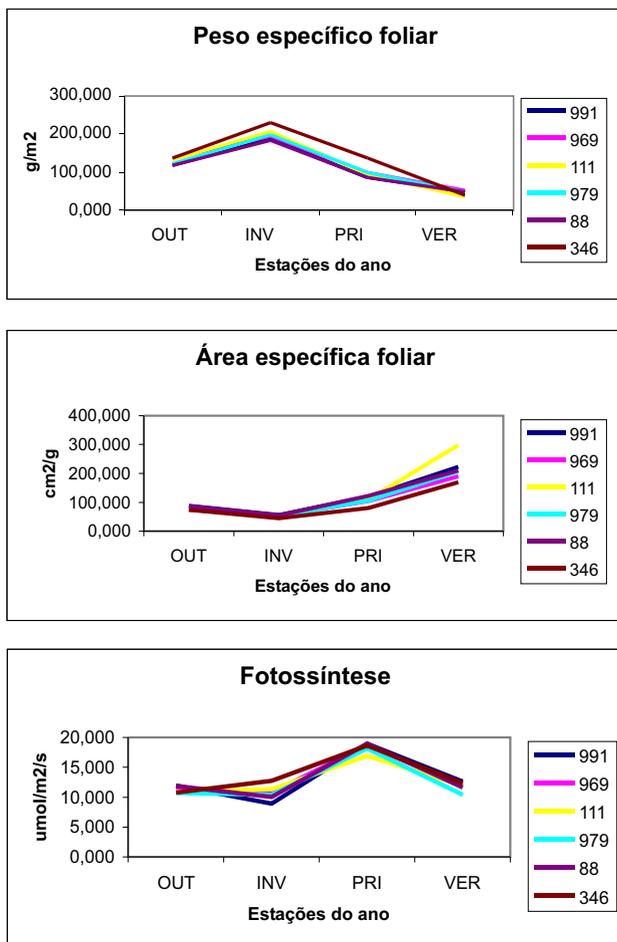


Fig. 5. Variação no peso específico foliar (PEF), área específica foliar (AEF) e fotossíntese, em progenies de grevílea durante as quatro estações do ano.

Na avaliação do PEF, AEF e fotossíntese, não se constatou variação significativa entre progenies (Tabela 8). Variações significativas em PEF, AEF e fotossíntese foram encontradas entre as estações do ano. Em PEF, a variação foi de 45,13 g/m<sup>2</sup> a 198,59 g/m<sup>2</sup> (inverno e verão, respectivamente). Quanto à AEF, esta variação foi de 51,32 g/m<sup>2</sup> a 216,14 g/m<sup>2</sup> (verão e inverno, respectivamente). Na primavera, foi registrado o maior valor da fotossíntese (18 mol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>), e no inverno, o menor valor, (10 mol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>) (Tabela 8).

**Tabela 8.** Comparações entre progênies e estações do ano quanto às características foliares e fotossíntese em grevílea com quatro anos de idade, em Ponta Grossa, PR.

Tratamentos	Peso específico foliar (g/m <sup>2</sup> )		Área específica foliar (cm <sup>2</sup> /g)		Fotossíntese (umol/m <sup>2</sup> /)	
<b>Progênie</b>						
GJM 991	108,77	a	121,38	a	12,43	a
GJM 969	120,68	a	104,89	a	12,20	a
GJM 979	115,94	a	111,29	a	11,68	a
Teste (111)	115,80	a	133,41	a	11,78	a
CEH 088	107,88	a	118,31	a	13,08	a
DI 346	133,86	a	92,38	a	13,08	a
<b>Época</b>						
Primavera	98,34	c	106,97	b	17,66	a
Verão	198,59	a	51,32	c	10,72	b
Inverno	45,13	d	216,14	a	10,01	b
Outono	126,56	b	80,01	bc	10,98	b

a,b,... = médias seguidas pelas mesmas letras não diferem, estatisticamente, entre si, ao nível de 5% pelo teste Tukey.

## Conclusões

- 1) Existe correlação entre as variáveis ecofisiológicas (clorofila **a** e clorofila **total**) com as variáveis dendrométricas (altura, diâmetro e volume).
- 2) Houve variações significativas entre progênies nas variáveis clorofila **a**, **b** e **total**, não apresentando variação na relação clorofila **a/b**.
- 3) Todas as progênies estudadas apresentaram variação significativa na concentração de clorofila **total** e relação clorofila **a/b** entre as diferentes estações do ano.
- 4) No inverno, a grevílea apresentou em média 37,77% e 267,87% superior em peso verde de folíolos e peso seco de folíolos, quando comparado com menor valor obtido no outono e no inverno, respectivamente.
- 5) Na primavera, a grevílea apresentou em média 35,77% superior em área foliar de folíolos quando comparado com menor valor obtido no outono.
- 6) O peso específico foliar e a área específica foliar para todas as progênies estudadas foram semelhantes e diferiram significativamente para todas as estações climáticas.
- 7) A fotossíntese não diferiu significativamente entre progênies, mas sim no inverno, quando comparada com as outras estações do ano.

## Referências Bibliográficas

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. p. 79-92.

ANDRAE, F. H. **Ecologia florestal.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, 1978. p. 9-26.

BARNES, J. D.; BALGUER, L.; MANRIQUE, E.; ELVIRA, S.; DAVISON, A. W. A. Reappraisal of the use of DMSO for extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 32, n. 2, p. 85-100, 1992.

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.** Brasília, DF, v. 4, n. 1, p. 17-20, 1992.

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.** 1996. 157 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CLARKE, G. L. **Elementos da ecologia.** Barcelona: Omega, 1971. 637 p.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia.** 1989. 202 f. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Piracicaba, São Paulo.

EVANS, J. **The effect of light on plant growth.** Berkeley: University of California Press, 1973. 734 p. (Studies in Ecology, 1).

HARWOOD, C. E.; GETAHUN, A. Australian tree finds success in Africa. **Agroforestry Today**, n. 2, p. 10, 1990.

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 Rastenyata**, Sofia, v. 16, n. 3, p. 76, 1990.

JACOBS, M. **The tropical rain forest: a first encounter**. Berlin: Springer Verlag, 1988. 295 p.

KIMURA, M. Seasonal change in specific needle weight of *Pinus thunbergii*. **Ecological Research**, Carlton South, v. 7, n. 2, p. 198-202, 1992.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1979. 745 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária, 1986. 319 p.

MARTINS, E. M. **Seleção genética e características fisiológicas e nutricionais de procedências de *Grevillea robusta* (Cunn) estabelecidas no Estado do Paraná**. 2000. 125 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MEZENTZEVA, V. T.; DERYUZHKIN, R. I.; SKOROBOGATOVA, P. I.; SAGALAEVA, A. P. Seasonal variation in content of chlorophyll in needles of various species and ecotypes of *Larch*. **Lesnoi Zhurnal**, Voronezh, n. 6, p. 132-135, 1976.

REIFSNYDER, W. E.; LULL, H. W. **Radiant energy in relation to forest**. Washington: USDA, Forest Service, 1965. 111 p. (USDA. For. Serv. Technical bulletin, n. 1334).

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.

SHIRLEY, H. L. The influence of light intensity and light quality upon the growth of plants. **American Journal of Botany**, New York, v. 16, p. 354-389, maio 1929.

SIEFERMANN-HARMS, D. Light and temperature control of season dependent changes in the alpha and beta carotene content of *Spruce* needles. **Journal of Plant Physiology**, Bethesda, v. 4, n. 5, p. 488-494, 1994.

SUSHEELAMMA, B. N.; VENKATESHWARLU, M.; SENGUPTA, K.; SURYANARAYANA, N. Variation in chlorophyll a, b total chlorophyll content in hybrids of mulberry (*Morus sp.*). **Indian Journal of Sericulture**, Mysore, v. 29, n. .2, p. 282-283, 1990.

WALTER, H. **Ecology of tropical and subtropical vegetation**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1971. 539 p.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: UPS, 1982. 101 p.

WIECHERS, B. L.; VASQUEZ-YANES, C. Germinación de semillas de *Piper hispidum* sw. Bajo diferentes condiciones de iluminación. In: GOMES-POMPA, A.; AMO, S. R. del. (Ed.). **Investigaciones sobre la regeneracion de selvas altas en Vera Cruz**. México: Compañía Ed. Continental, 1979. p. 263-278.



---

*Florestas*

**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

