

Variação sazonal da fotossíntese e clorofila em progênes de *Grevillea robusta* Cunn

Photosynthesis and Chlorophyll Contents Seasonal Patterns in *Grevillea robusta* Cunn. Progenies

Mario Takao Inoue

Universidade Estadual do Centro-Oeste
takao@irati.unicentro.br

Emerson Gonçalves Martins

Centro Nacional de Pesquisa de Florestas - EMBRAPA
emartins@cnpf.embrapa.br

Resumo: Avaliou-se a fotossíntese e o teor de clorofila em seis progênes de *Grevillea robusta* Cunn. durante um ano, visando detectar possíveis variações sazonais. As progênes demonstraram reações distintas entre si e entre as estações do ano, sugerindo que as grandezas fisiológicas podem servir como indicadores do comportamento genético aos quatro anos de idade das progênes testadas. A fotossíntese elevou-se no sentido do inverno para primavera e verão, para decair no sentido do outono-inverno. A clorofila elevou-se do outono para o inverno, mantendo-se ascendente no sentido primavera-verão, para decrescer no sentido do outono seguinte. O teor de clorofila esteve correlacionado com a fotossíntese, altura e diâmetro das árvores. A fotossíntese não esteve correlacionada com as variáveis dendrométricas.

Palavras-chave: melhoramento florestal - interação genótipo x ambiente - fisiologia florestal

Abstract: Photosynthesis and chlorophyll contents from six four year-old progenies of *Grevillea robusta* Cunn. were measured along one year, in order to detect possible seasonal variations. The studied progenies showed different reactions among them and the seasons of the year, pointing to the mentioned physiological features as feasible indicators for genetic behavior, at least, in the younger stage of the progenies tested. The photosynthesis rate increased from winter to spring and summer, and then decreased in direction to autumn-winter. The chlorophyll content of leaves

increased from autumn to winter, maintaining the elevation in direction to spring-summer, decreasing from this point in direction to next autumn. The pigment content was correlated to height and diameter growth, but this was not observed in the photosynthesis rate.

Key words: Genetic Improvement; Genetic-Environment Relationship; Tree Physiology.

1. Introdução

Ao longo do ciclo de vida, as árvores sofrem influências recíprocas, internas e externas, tornando os estudos sobre a interação genótipo x ambiente de importância fundamental nos programas de melhoramento florestal (SILVEIRA *et al.* 1997)

A fotossíntese é o processo responsável pelo crescimento dos vegetais e tem sido pesquisada intensamente no último século. Os estudos relacionando a produção fotossintética ao melhoramento genético florestal são mais recentes no Brasil. Avaliando 11 clones de *Eucalyptus grandis* e dois clones de *E. saligna*, INOUE *et al.* (1988) detectaram diferenças significativas em algumas grandezas fisiológicas relacionadas ao aparelho fotossintético, sugerindo que plantas com diferentes potenciais fotossintéticos podem apresentar desempenhos distintos no crescimento em função de sua capacidade de formar uma grande área foliar. Em 1993, GALVÃO *et al.* demonstraram existir diferenças no desempenho fotossintético de 20 progênies e três procedências de *Ilex paraguariensis* (erva-mate), apontando para uma variação genética de grande amplitude para a espécie. O aparelho fotossintético das plantas sofre influências marcantes no âmbito da interação genótipo x ambiente. Principalmente as condições de luminosidade e nutrientes atuam de maneira preponderante (ENGEL *et al.*, 1991; INOUE *et al.*, 1995). Sabe-se, também, que algumas espécies demonstram variação do nível de pigmentos foliares conforme as épocas do ano (GERUM *et al.*, 1995).

Dentre as espécies introduzidas no Brasil e que demonstram boa adaptabilidade e produção para uso comercial, a grevilea (*Grevillea robusta* Cunn, Proteaceae), planta originária da Austrália, é uma das mais promissoras e bem adaptadas no Sul do Brasil. A madeira da grevilea é usada para construções, assim como para painéis decorativos graças ao seu brilho natural e aspecto atraente. Foi introduzida no Brasil no século XX como planta de sombreamento para os cafezais (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1981) e cerca de um milhão de árvores foram plantadas anualmente. Uma boa revisão sobre a espécie foi feita por Hardwood *et al.* (1990) e Hardwood (1992).

A grevilea é utilizada como "alley-crop", árvore de sombreamento e como cortina quebra-vento, por exemplo, em plantações de café. Rajkumar *et al.* (2002) concluíram que plantas de chá sob a sombra de grevilea apresentaram taxas fotossintéticas e teores de clorofila mais elevadas do que plantas à céu aberto.

É aceito que a introdução de grevilea ao redor do mundo foi feita com sementes provindas de uma ou poucas árvores australianas. Esforços são feitos para investigar as diferentes origens em sua distribuição geográfica natural de forma a estabelecer um programa de melhoramento para a espécie. Sob esta premissa, o Centro Nacional de Pesquisa de Florestas importou 20 procedências em 1992 e, no ano seguinte, 136 progênies de 20 procedências de grevilea. O material está plantado em experimentos de campo nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul (MARTINS *et al.*, 2004a, MARTINS *et al.*, 2004b)

Considerando condições similares de fertilidade do solo, radiação solar, abastecimento de água e outras influências ambientais, diferenças nas características morfológicas e fisiológicas entre progênies, deve estar relacionado com a constituição genética da planta. O estudo das grandezas mencionadas anteriormente poderia ser usado como ferramenta adicional na distinção precoce entre os materiais vegetais (BLAKE *et al.*, 1988).

O presente estudo foi desenvolvido durante uma estação vegetativa completa, visando detectar diferenças entre progênies de grevilea baseadas em características fisiológicas, como instrumento auxiliar na seleção precoce da espécie.

2. Material e Métodos

A investigação foi conduzida em árvores de *Grevillea robusta* Cunn. com idade de quatro anos, plantadas num teste de procedências e progênies, localizado no município de Ponta Grossa, estado do Paraná (S 25°05'; W 50°10'; altitude 900m), contendo um total de 60 progênies de 19 procedências. O experimento foi instalado em fevereiro de 1994, utilizando o delineamento em blocos completos ao acaso, com sete repetições em parcelas lineares de cinco plantas. O espaçamento foi de 3,0 m X 3,0 m. As sementes foram importadas da Austrália, de procedências e árvores matrizes registradas. Medições de altura e DAP (diâmetro a 1,3m do solo) foram executadas anualmente e, por ocasião da avaliação fisiológica do presente trabalho, as árvores estavam com idade de 3 anos e exibiam diferenças significantes entre procedências. Em função das limitações características impostas pelo método de medição das variáveis fotossíntese e clorofila, a avaliação para o presente trabalho foi efetuada em seis progênies, representando aquelas que apresentavam vigor elevado, médio e baixo, considerando a sua altura média. As características das progênies avaliadas são mostradas na tabela 1. Dentre elas, estava presente uma progênie local, considerada como testemunha.

Medições da taxa fotossintética e do teor de clorofila total foram efetuadas ao longo de um período vegetativo completo, cobrindo as quatro estações do ano, respectivamente, o outono (abril de 1997), o inverno (julho de 1997), a primavera (outubro de 1997), o verão (janeiro de 1998) e fechando o ciclo novamente em abril de 1998. As medições da altura das árvores e DAP foram executadas somente uma única vez, no mês de abril de 1997.

A determinação do conteúdo de clorofila foi feita em amostras compostas, obtidas de folhas completamente expandidas do terço médio das árvores, localizadas na parte externa da copa e nos quadrantes norte–nordeste–noroeste. A coleta foi efetuada em três indivíduos com dimensões médias de cada parcela, repetindo-se em cinco parcelas. A quantidade de folhas de cada amostra foi estabelecida experimentalmente (duas folhas por quadrante), pois a técnica na extração dos pigmentos preconiza uma quantidade pequena de material em cada amostra, o que impede amostrar um grande número de folhas, seja por indivíduo e por repetição no campo. Após a coleta, as folhas foram imediatamente colocadas em sacos plásticos hermeticamente fechados e condicionadas em caixa de isopor com gelo seco. No laboratório, a quantidade adequada de material foliar foi colocada em reação com dimetil-sulfóxido (DMSO) em tubos de ensaio fechados e estes submetidos a banho-maria por 60 minutos ou mais, numa temperatura de 60°C (INOUE *et al.*, 1995). Considerou-se a extração completa dos pigmentos quando as amostras foliares apresentavam transparência ao exame visual. Os extratos foram então submetidos à espectrometria em diferentes comprimentos de onda, usando as fórmulas preconizadas por Barnes *et al.* (1992), conforme segue:

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

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

Em que C_a : Quantidade de clorofila *a* em $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ de extrato

C_b : Quantidade de clorofila *b* em $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ de extrato

A_{665} : Valor da absorbância no comprimento de onda indicado

Tabela 1. Características dos locais de origem das progênies estudadas

Tratamento	Código da progênie	Origem	Latitude (S)	Longitude	Altitude (m)
GJM979	GJM 979	Boyd River - NSW	29°53'	152°27'	200
GJM969	GJM 969	Mann River - NSW	29°24'	152°29'	60
GJM991	GJM 991	Mann River - NSW	29°24'	152°29'	60
DL346	DL 346	Paddy's Flat – NSW	não dispon.	não dispon.	não dispon.
CEH088	CEH 088	Boyd River - NSW	29°53'	152°27'	200
TEST	TEST	IAP - Maringá	23°25'	51°57'	550

NSW - New South Wales, Austrália

IAP - Instituto Ambiental do Paraná

Para efeito do presente estudo, considerou-se o teor de clorofila total, ou seja, a soma dos teores individuais de clorofila *a* mais clorofila *b*, calculado tomando-se como referência o peso verde foliar.

A determinação da taxa fotossintética foi realizada com o uso do sistema portátil de fotossíntese LI-COR 6200. As medições foram executadas nas mesmas folhas que posteriormente foram colhidas para avaliação da clorofila.

Para a interpretação dos dados foi usada a análise da variância, comparando-se médias usando-se o teste de Tukey. A inter-relação entre variáveis dendrométricas (DAP e altura) e fisiológicas (fotossíntese e teor de clorofila) foi feita por meio do cálculo de correlação linear. A expressão matemática proposta para explicar os resultados foi:

$$X_{ijk} = \mu + G_i + T_j + (GT)_{ij} + \delta_{ijk}, \text{ onde}$$

X: Observação individual para uma determinada grandeza;

μ : Média da população;

G: Contribuição a média atribuída pelo material genético (efeito de progênes);

T: Contribuição a média atribuída pela época do ano (efeito estacional);

GT: Contribuição à média, atribuída pela interação genótipo x ambiente;

δ : Erro experimental.

A estimativa da média quadrática (STEEL e TORRIE, 1980) dos componentes da análise da variância serviu para interpretar a participação de cada componente na variância total, conforme o que segue:

$$G = \sigma_e^2 + r\sigma_{gt}^2 + rt\sigma_g^2$$

$$T = \sigma_e^2 + r\sigma_{gt}^2 + rg\sigma_t^2$$

$$GT = \sigma_e^2 + r\sigma_{gt}^2$$

$$E = \sigma_e^2,$$

onde

G = estimativa da média quadrática atribuída ao efeito de progênie (genótipo)

T = estimativa da média quadrática atribuída ao efeito estacional (ambiente)

GT = estimativa da média quadrática atribuída à interação genótipo x ambiente

E = estimativa da média quadrática atribuída ao erro experimental

$\sigma_{e,g,t,gt}^2$ = valor calculado da respectiva variância

r = número de repetições

g = graus de liberdade de progênes

t = graus de liberdade das estações do ano.

3. Resultados e Discussão

A tabela 2 representa os resultados parciais da análise da variância para fotossíntese, mostrando a significância e a percentagem na variância total atribuída pelos componentes.

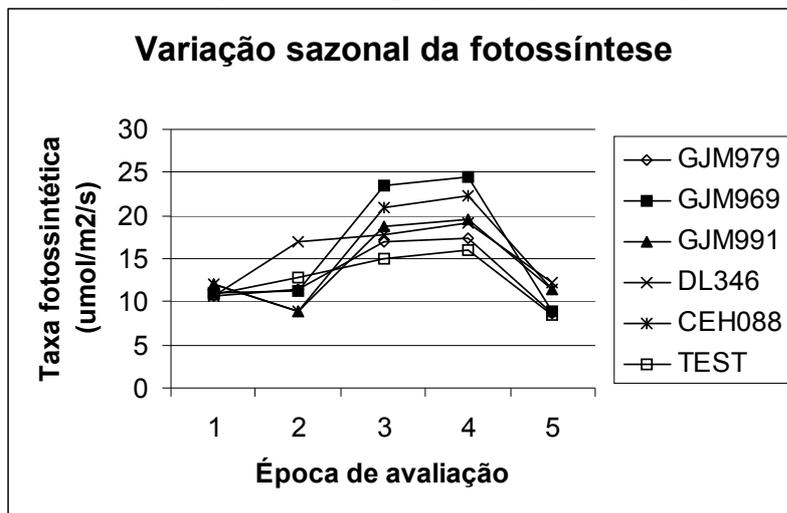
Tabela 2. Resultados parciais da análise da variância para fotossíntese

Fonte De Variação	Valor de F	Composição na Variância Total (%)
Estação	48,2**	87,5
Progênie	3,9**	9,2
Estação X Progênie	2,2**	3,2
Erro		0,1
Total		100,0

** significativa ao nível de $p \leq 0,01$

O estudo mostrou existir forte influência da estação, com cerca de 88% da variância total na amostragem estudada sobre o desempenho fotossintético da grevilea. Mostrou também que existem diferenças significativas entre as progênies testadas, que chegou a contribuir com pouco mais do que 9% na variância total. A interação genótipo x ambiente foi igualmente significativa, participando com mais de 3% na variância total. Conforme mostra a Figura 1, de uma forma geral, a variação da taxa fotossintética da grevilea seguiu a variação da temperatura durante o período avaliado: mostrou elevação no sentido inverno->primavera->verão, retornando aos níveis iniciais do outono do período anterior. Tal comportamento também foi verificado em diferentes espécies lenhosas (MACHADO *et al.*, 2002; ALVES, 2004), em que a fotossíntese foi influenciada pelas estações do ano.

Figura 1. Variação da taxa fotossintética de progênies de grevilea ao longo das estações do ano



Valores da taxa fotossintética em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Época de avaliação 1: outono; 2: inverno; 3: primavera; 4: verão; 5: outono

A comparação da taxa fotossintética entre progênies dentro de cada estação foi calculada separadamente, e os resultados estão demonstrados na tabela 3. As avaliações de outono revelaram não existir diferenças entre as progênies testadas, que apresentaram taxas fotossintéticas em torno de $11\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, que pode ser considerada como baixas em relação aos valores alcançados na primavera e verão. No inverno destacou-se a progênie DL346, com valores mais elevados do as demais progênies, com exceção à progênie testemunha, da qual não foi se diferenciou significativamente. Na primavera e verão, as progênies mostraram tendências semelhantes, alcançando os valores mais elevados da taxa fotossintética. Nas duas estações, a progênie GJM969 alcançou valores elevados (em torno de $24\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), que se diferenciaram significativamente daqueles apresentados pela progênie testemunha (em torno de $15\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). No outono seguinte, os valores da fotossíntese baixaram (em torno de $10\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), destacando-se a progênie DL346, que se diferencia significativamente da progênie testemunha.

Tabela 3. Médias da fotossíntese ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) das progênies por estação do ano

Progênie	(1) Outono	(2) Inverno	(3) Primavera	(4) Verão	(5) Outono
GJM979	10,73 a	11,46 b	16,93 ab	17,46 ab	8,67 ab
GJM969	11,12 a	11,16 b	23,47 a	24,55 a	8,90 ab
GJM991	12,04 a	8,95 b	18,73 ab	19,59 ab	11,52 ab
DL346	10,73 a	16,88 a	17,73 ab	19,05 ab	12,23 a
CEH088	11,95 a	8,91 b	20,91 ab	22,31 ab	11,52 ab
TEST	10,82 a	12,75 ab	14,96 b	15,98 b	8,48 b

Valores nas colunas seguidos pela mesma letra não diferem entre ao nível de $p \leq 0,05$

Os resultados sugerem que diferenças de altitude (60m e 200m) das origens não interferem no comportamento das progênies quanto à taxa fotossintética, mesmo quando introduzidas em locais de altitude mais elevada (900m).

O estudo comprova o fato conhecido do comportamento em geral observado em outras espécies florestais, que muitas vezes a diferença dentro de origens é maior do entre origens (LEITE *et al.*, 1997). Para o estudo de progênies, tal fato é de fundamental importância, pois aponta para uma variação genética de maior amplitude sob ambiente homogêneo, o que possibilita projetar ganhos genéticos.

A tabela 4 representa os resultados parciais da análise da variância para clorofila total, mostrando a significância e a percentagem na variância total atribuída pelos componentes.

O teor total de clorofila nas folhas de grevilea variou de maneira significativa ao longo do período de observação. O efeito das estações climáticas contribuiu com cerca de 80% na variância total. A contribuição, igualmente significativa, do genótipo

(progênie) na variância observada totalizou cerca de 19%, e a interação genótipo x ambiente atuou com pouco menos de 1% e não foi significativa.

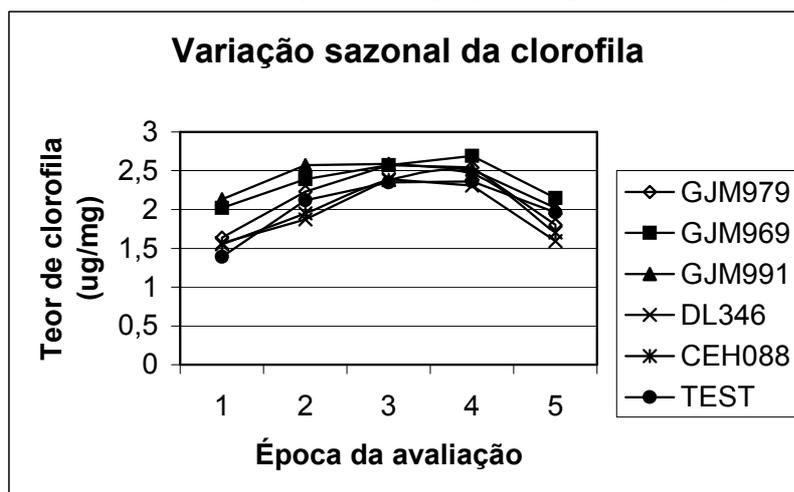
Tabela 4. Resultados parciais da análise da variância para clorofila total

Fonte de Variação	Valor de F	Composição na Variância Total (%)
Estação	1055,1**	80,6
Progênie	242,6**	18,5
Estação X Progênie	10,2**	0,8
Erro		0,1
Total		100,0

** significativa ao nível de $p \leq 0,01$

Conforme mostra a figura 2, a variação no teor de clorofila da grevélea variou de acordo com as mudanças das estações do ano. De uma maneira geral, o nível dos pigmentos elevou-se continuamente desde o outono até a primavera, passando pelo inverno igualmente em sentido ascendente, para se estabilizar no período entre a primavera e o verão e diminuindo no sentido verão-outono até chegar aos níveis da estação do ano anterior. Este comportamento demonstra um padrão diferenciado, pois o que se observa, de maneira geral para as plantas, é uma queda do teor de pigmentos no inverno (GERUM *et al.*, 1995). Simulando condições de geada em folhas de *Eucalyptus pauciflora*, Nicotra *et al.* (2003) observaram que folhas submetidas ao frio apresentaram níveis de clorofila mais baixos do que folhas intactas.

Figura 2. Variação do teor de clorofila total de progênie de grevélea ao longo das estações do ano



Valores do teor de clorofila em $\mu\text{g mg}^{-1}$.

Época de avaliação 1: outono; 2: inverno; 3: primavera; 4: verão; 5: outono

A comparação do teor de clorofila entre progênies dentro de cada estação foi feita separadamente, e os resultados estão demonstrados na tabela 5. No outono, inverno e primavera de 1997, os valores mais elevados de clorofila foram observados na progênie GJM991, que superou significativamente apenas a progênie testemunha no outono e primavera e a progênie DL346 no inverno. No verão, não foi observada nenhuma diferença entre as progênies. No outono de 1998, o valor mais elevado foi obtido pela progênie GJM 969 que ficou acima apenas do valor alcançado pela progênie DL346.

Tabela 5. Médias do teor de clorofila ($\mu\text{g mg}^{-1}$) das progênies por estação do ano

Progênie	(1) Outono	(2) Inverno	(3) Primavera	(4) Verão	(5) Outono
GJM979	1,64 ab	2,23 ab	2,57 ab	2,54 a	1,80 ab
GJM969	2,02 ab	2,39 ab	2,57 ab	2,69 a	2,15 a
GJM991	2,13 a	2,57 a	2,59 a	2,51 a	2,02 ab
DL346	1,57 ab	1,87 b	2,39 ab	2,31 a	1,59 b
CEH088	1,55 ab	1,95 ab	2,38 ab	2,46 a	1,70 ab
TEST	1,39 b	2,12 ab	2,35 b	2,36 a	1,96 ab

Valores nas colunas seguidos pela mesma letra não diferem entre ao nível de $p \leq 0,05$

Vale aqui a mesma consideração feita para a fotossíntese no aspecto da variação dentro e entre procedências. Estudando quatro procedências de *Grevillea robusta*, Martins *et al.* (2002) detectaram que os níveis de clorofila foram mais elevados no verão. Avaliando procedências de grevílea, Martins (2000), encontrou valores mais baixos de clorofila *a* e clorofila *b* no inverno, quando comparados com valores de verão, mas detectou valores da relação *a:b* significativamente mais elevados no inverno do que no verão. Tais constatações, aliadas aos resultados do presente trabalho, sugerem um comportamento diferenciado da grevílea quanto ao aspecto de variação de temperatura. Segundo Larcher (1986), as plantas podem produzir proporções diferentes das clorofilas, mais favoráveis à produção da clorofila *b* no verão e estimulando a produção de clorofila *a* no inverno.

Aos quatro anos idade, foi detectada diferença significativa entre as progênies estudadas, tanto na altura das árvores como em DAP, conforme mostra a tabela 6.

Tanto na altura, como em diâmetro, as duas progênies (GJM969 e GJM991) oriundas de terras baixas (60m) de Mann River, destacaram-se superiormente das demais progênies. Numa posição intermediária ficaram as duas progênies oriundas de Boyd River. A progênie local (testemunha) e a oriunda de Paddy's Flat apresentaram os menores valores em altura e DAP aos quatro anos. Embora não tenha sido feito um estudo sobre o crescimento, os resultados indicam possível interação entre a altitude do local de origem das progênies e o crescimento das árvores quando plantadas em altitude mais elevada. Num teste de procedências de *Eucalyptus*

tereticornis Sm. que incluiu 30 procedências de 91 famílias de inúmeros locais da Austrália e de Papua Nova Guiné, Ginwal *et al.* (2004) observaram significante interação genótipo x ambiente em relação à altura das árvores.

Tabela 6. Média de altura (m) e DAP (cm) de progênies de *grevílea* aos quatro anos

Progênies	Altura	DAP
GJM979	6,6 b	4,8 b
GJM969	8,9 a	5,9 a
GJM991	8,4 a	6,1 a
DL346	3,9 c	3,7 c
CEH088	6,5 b	4,9 b
TEST	5,0 c	3,7 c

Valores nas colunas seguidos pela mesma letra não diferem entre ao nível de $p \leq 0,05$

As correlações entre as grandezas consideradas neste trabalho estão apresentadas na tabela 7. É do conhecimento geral que existe uma correlação positiva entre altura e diâmetro das árvores, comprovado também nas medições presentes. A altura e DAP das árvores não apresentaram correlação significativa com a taxa fotossintética. O teor de clorofila apresentou correlações altamente significantes com altura e DAP. Da mesma forma, as progênies apresentaram correlação positiva entre a taxa fotossintética e o teor de clorofila. Os resultados do presente trabalho acompanham o desempenho de procedências de *grevílea* estudadas por Martins (2000), que constatou não haver correlação entre a taxa fotossintética e as variáveis dendrométricas. Com relação à clorofila, aquele autor encontrou correlação positiva com a altura das árvores, mas não com o diâmetro, concluindo que a clorofila *b* está ligada diretamente ao crescimento em altura.

Tabela 7. Correlação entre altura, DAP, fotossíntese e clorofila em progênies de *grevílea*

Grandezas	Altura	DAP	Fotossíntese	Clorofila
Altura		**	n.s.	**
DAP	**		n.s.	**
Fotossíntese	n.s.	n.s.		*
Clorofila	**	**	*	

** : *significante ao nível de $p \leq 0,01$*

* : *significante ao nível de $p \leq 0,05$*

n.s.: *não significante*

Referências

- ALVES, A.O. **Estudo da fotossíntese de espécies dominantes em floresta de transição no sudoeste da Amazônia**. Cuiabá, 2004. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) - Inst. de Ciências Exatas e da Terra, UFMT, 2004.
- BARNES, J.D.; BALAGUER, L.; MANRIQUE, E.; ELVIRA, S.; DAVISON, A.W. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls *a* and *b* in lichens and higher plants. **Environ. and Experim. Botany**, v. 32, n. 2, p. 85-100, 1992.
- BLAKE, T.; BEVILACQUA, E.; BARBOSA, M.M. Early selection of fast-growing *Eucalyptus* clones and species. **IPEF**, n. 40, p.5-14, 1988.
- ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Rev. Bras. Fisiol. Vegetal**, v. 3, n.1, p. 39-45, 1991.
- GALVÃO, F.; INOUE, M.T.; BUFREM, A.M.; ZILLER, S.R. – Desempenho assimilatório de diferentes progênes de *Ilex paraguariensis* St. Hil. In: CONG. FLOR. BRAS., 7, 1993, Curitiba. **Resumos...** Curitiba:SBS/SBEF/UFPR, 1993. v. 2, p. 758.
- GERUM, M.; INOUE, M.T. – Variação estacional da pigmentação foliar de quatro espécies arbóreas em função da poluição urbana. In: CONG. BRAS. FISIOL. VEG., 5., 1995, Lavras. **Resumos do V Cong. Bras. de Fisiologia Vegetal**. Lavras: SBFV/UFL, 1995. v. único, p. 278.
- GINWAL, H.S.; KUMAR, P.; SHARMA, V.K.; MANDAL, A.K.; HARWOOD, C.E. Genetic variability and early growth performance of *Eucalyptus tereticornis* Sm. in provenance cum progeny trials in India. **Silva Genetica**, v. 53, n. 4-5, 2004.
- HARWOOD, C.E. Natural distribution and ecology of *Grevillea robusta* Cunn. In: HARWOOD, C.E. **Grevillea robusta in agroforestry and forestry**. Nairobi: ICRAF, 1992.
- HARWOOD, C.E.; CETAHUM, A. Australian tree finds success in Africa. **Agroforestry Today**, v. 2, p. 8-10, 1990.
- INOUE, M.T.; RIBEIRO, F.A. – Fotossíntese e transpiração de clones de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*. **IPEF**, v. 40, p. 15-20, 1988.
- INOUE, M.T.; CARVALHO, P.E.R. – Uso do dimetil-sulfoxido para extração de clorofilas em folhas de espécies florestais tropicais. In: CONG. BRAS. FISIOL. VEG., 5., 1995, Lavras. **Resumos do V Cong. Bras. de Fisiologia Vegetal**. Lavras: SBFV/UFL, 1995. v. único, p. 277.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura do café no Brasil. 1. Importância econômica do café no Brasil**. Rio de Janeiro: IBC, 1981.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1986.

LEITE, S.M.M.; BONINE, C.A.; LOPES, C.R.; MORI, E.S.; VALLE, C.F.; MARINO, C.L. Genetic variation within a base population of *Eucalyptus grandis* Hill. Ex Maiden using RAPD markers. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS, 1997, Salvador. **Proceedings of ...** Colombo:EMBRAPA, CNPF, 1997, v.2, p. 71-74.

MACHADO, E.C.; MEDINA, L.C.; GOMES, M.M.A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial de água na folha de laranjeira 'Valência'. **Scientia Agricola**, v. 59, n.1, p. 53-58, 2002.

MARTINS, E.G.; STURION, J.A.; NEVES, E.J.M. Produtividade de madeira e ganho genético de procedências de grevêlea (*Grevillea robusta* Cunn.) na região de Ponta Grossa, Paraná. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 48, p. 29-40, 2004a.

MARTINS, E.G.; FERREIRA, C.A.; NEVES, E.J.M.; INOUE, M.T. Deposição de folheda e retorno de nutrientes ao solo em quatro procedências de grevêlea (*Grevillea robusta* Cunn.) no sudoeste do Paraná. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 48, p. 75-92, 2004b.

MARTINS, E.G.; RIBASKI, J.; NEVES, E.J.M. Comportamento da clorofila em procedências de grevêlea (*Grevillea robusta* Cunn.) no Noroeste do Paraná. **Bol. de Pesquisa e Desenvolvimento -Embrapa Florestas**, n. 9, 2002.

MARTINS, E.G. **Seleção genética e características fisiológicas e nutricionais de procedências de *Grevillea robusta* Cunn. estabelecidas no estado do Paraná**. Curitiba, 2000. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná.

NICOTRA, A.B.; HOFMANN, M.; SIEBKE, K.; BALL, M.C. Spatial patterning of pigmentation in evergreen leaves in response to freezing stress. **Plant, Cell and Environment**, n. 26, n. 11, p. 1893-1904, 2003.

RAJKUMAR, R.; MARIMUTHU, S.; MURALEEDHRAN, N. Photosynthetic efficiency of sun and shade grown tea plants. **Sri-Lanka Journal of Tea Science**, v. 67, n. 1-2, p. 67-75, 2002.

SILVEIRA, V.; ROSADO, S.C.S.; TRUGILHO, P.F.; CARVALHO, D. de Interação entre clones de Eucalyptus e ambientes definidos pela qualidade de sítio e espaçamentos. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS, 1997, Salvador. **Proceedings of...** Colombo: EMBRAPA, CNPF, 1997, v.1, p. 245-252.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics - A biometrical approach**. New York, McGraw-Hill, Inc., Second Edition, 1980.