

Crescimento da *Grevillea robusta* em diferentes
sítios edafoclimáticos no Estado do ParanáGrowth of *Grevillea robusta* at different
edafoclimatic sites in Paraná StateElenice Fritzsos¹, Patrícia Pova de Mattos¹, Ananda Virgínia de Aguiar¹,
Evaldo Muñoz Braz¹, Jeniffer Grabias² e Mariana Ferraz³**Resumo**

A grevilea (*Grevillea robusta* A. Cunn. Ex R. Br.) é uma árvore nativa da Austrália e apresenta crescimento rápido, rusticidade e boa qualidade da madeira. A disponibilidade de material genético com características apropriadas para diferentes ambientes ainda é restrita, sendo importante realizar avaliações das coleções estabelecidas em campo, para selecionar matrizes com melhor potencial produtivo nos diferentes sítios testados. Este trabalho buscou indicativos da relação entre as condições edafoclimáticas do sítio e o crescimento diamétrico de procedências de grevilea, em três áreas distintas no estado do Paraná (Presidente Castelo Branco, Ponta Grossa e Quedas do Iguaçu). Foram selecionadas áreas de pomar de sementes de grevilea em unidades geoclimáticas distintas. Essas áreas foram submetidas a testes de progênies e as matrizes foram selecionadas. Em cada local foram escolhidas 40 matrizes, ao acaso, para coleta de amostras não destrutivas para verificação de anéis de crescimento e, em campo, feitas as medições de altura e diâmetro de todas as árvores selecionadas. As diferenças entre incrementos médios anuais dos três locais foram significativas e indicou um melhor desempenho das árvores de Presidente Castelo Branco (incremento periódico anual de 1,35 cm por ano) em relação às árvores das áreas de Quedas do Iguaçu e de Ponta Grossa (incremento de 1,16 cm e 1,06 cm, respectivamente) na idade entre 10 a 16 anos. A partir da análise de agrupamento referente ao clima das estações meteorológicas nos anos estudados, observa-se que Presidente Castelo Branco se isolou das estações de Ponta Grossa e Quedas do Iguaçu, indicando uma maior aproximação climática entre as estações de Ponta Grossa e a de Quedas do Iguaçu, em relação à estação de Presidente Castelo Branco. Isto leva a indícios de que climas mais quentes podem ser mais favoráveis ao desenvolvimento da grevilea.

Palavras-chave: análise multivariada; anéis de crescimento; clima.

Abstract

Grevillea (*Grevillea robusta* A. Cunn. Ex R. Br.) is an Australian native tree of rapid growth, hardiness and good wood quality. The availability of genetic material with suitable characteristics for different environments is still limited and it is important to conduct evaluations of collections in field conditions and to select mother trees with better yield potential in the different sites tested. This study aimed to indicate the relationship between soil, local climatic conditions and the diameter growth of *Grevillea* provenances on three sites, far from each other, in the state of Paraná (Castelo Branco President, Ponta Grossa and the Iguazu Falls). Areas of *Grevillea* seed orchards in different geo-climatic units were selected. These areas were subjected to progeny testing and the mother trees were selected. At each site it 40 mother trees were randomly chosen, and non-destructive samples were collected to measure the growth rings. Field measurements of height and diameter were carried out for all selected trees. Differences among mean annual increments of three sites were significant and indicated better performance of President Castelo Branco trees (regular annual increment of 1.35 cm per year) compared with Quedas do Iguaçu and Ponta Grossa trees (increment of 1.16 cm and of 1.06 cm, respectively) in aged 10 to 16 years old. From the cluster analysis related to climate from weather stations during the study, it was observed that President Castelo Branco station data were isolated of Ponta Grossa station and of the Iguazu Falls station. This indicated a greater proximity between the climate stations of Ponta Grossa and Iguazu Falls, compared to the President Castelo Branco station. This leads to evidence that warmer climate may be favorable to the development of *Grevillea*.

Keywords: Multivariate analysis; growth rings; climate.

¹Pesquisador(a) Doutor(a). Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira, km 111 - Caixa Postal 319 - 83411-000 - Colombo, PR - E-mail: elenice.fritzsos@embrapa.br; patricia.mattos@embrapa.br; ananda.aguiar@embrapa.br; evaldo.braz@embrapa.br.

²Bióloga, Mestranda em Ciências Florestais. UFPR - Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal - Rua Lothario Meissner, 900 - Jardim Botânico - 80210-170 - Curitiba, PR. E-mail: jeni.grabias@gmail.com

³Bióloga, Doutoranda em Ciências Florestais. UFPR - Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal - Rua Lothario Meissner, 900 - Jardim Botânico - 80210-170 - Curitiba, PR. E-mail: camargo@ufpr.br

INTRODUÇÃO

A grevilea é uma árvore nativa de regiões costeiras subtropicais do norte do Estado de Nova Gales do Sul e sul do Estado de Queensland, na Austrália, atingindo cerca de 35 m de altura e 80 cm de diâmetro à altura do peito (DAP). Na sua região de origem, *G. robusta* é encontrada em dois tipos de hábitat, ao longo de rios e fazendo parte da vegetação ripária em associação com a *Casuarina cunninghamiana* Miq., e em encostas e terrenos ondulados, longe dos rios, em florestas dominadas por *Araucaria cunninghamii* Ailton ex D. Don, em solos bem drenados em uma faixa de pH entre 5,5 a 7,5 (HARWOOD, 1992).

É uma espécie folhosa, da Família Proteaceae, Ordem Proteales, Divisão Magnoliophyta, semi-decídua, e cresce em altitudes que vão desde o nível do mar até mais de 2.200 metros, podendo ocorrer em regiões com 400 mm de precipitação anual, bem como em locais com até 2.500 mm (HARWOOD, 1992).

A grevilea se destaca para a produção de madeira por ter crescimento rápido em condições satisfatórias, apresentar plasticidade genética, rusticidade e boa qualidade da madeira (FERREIRA; MARTINS, 1998). A madeira pode ser usada como lenha, dormentes, painéis, compensados e na fabricação de móveis (OWINO, 1992; ONGUGO, 1992; FERREIRA; MARTINS, 1998; MARTINS et al., 2000; IWAKIRI et al., 2004). Além disso, a espécie também tem sido avaliada para melhoria da qualidade do solo e sequestro de carbono (JANGRA et al., 2010).

Rodigheri e Martins (2010) destacam a grevilea como uma espécie alternativa para reflorestamento no Brasil, onde foi introduzida no final do século XIX, para ser utilizada como quebra-ventos e proteção das lavouras de café contra geadas, além de sombreamento de pastagens.

A grevilea é uma espécie heliófita, com hábito de crescimento monopodial e apresenta boa forma de fuste, podendo alcançar produtividades de 20 a 30 m³. ha⁻¹. ano⁻¹ em sítios propícios (FERREIRA; MARTINS, 1998). O desenvolvimento é mais intenso na estação quente, com chuvas constantes, sendo mais vigoroso nos seis primeiros anos, especialmente onde o clima e solos são adequados (HARWOOD, 1992). Martins e Neves (2005) afirmam que a grevilea, quando introduzida em ambiente com temperatura média anual entre 15 e 18°C e precipitação entre 1.000 a 2.000 mm, pode atingir incrementos médios anuais de até 2 m em altura e 2 cm em diâmetro, em árvores

com idade entre 5 a 10 anos. No entanto, temperaturas muito baixas podem ser limitantes para o seu crescimento. Harwood (1992) afirma que a grevilea é suscetível às geadas severas, caracterizada inicialmente pela morte dos brotos terminais mais tenros e poucas chances de sobrevivência quando a temperatura mínima chega a 10 °C negativos (HARWOOD; BOOTH, 1992).

Dentro da faixa da necessidade climática da grevilea há diferentes ambientes ecológicos que propiciam a seleção de matrizes com melhor desempenho em cada um deles. No Brasil, os estudos e testes de procedência com sementes de grevilea se iniciaram ao final da década de 1980, quando coleções de sementes da espécie, importadas de seu hábitat natural, foram encaminhadas pelo Instituto Florestal de São Paulo para plantio em três regiões do interior do daquele estado, municípios de Avaré, Assis e Itapeva (SEBBENN et al., 1999; MARTINS et al., 2006). No início da década de 1990, testes com 20 procedências e progênies de grevilea provenientes da Austrália foram implantados no Estado do Paraná, em Foz do Iguaçu, Nova Esperança, Quedas do Iguaçu, Ponta Grossa e Presidente Castelo Branco; no estado de São Paulo, Anhembi, Mato Grosso do Sul, Selviria e, mais recentemente, em Londrina, no Paraná. Resultados parciais desses experimentos já foram divulgados (SHIMIZU et al., 1998; 2002; MARTINS et al., 2003; MARTINS; NEVES, 2005; LEAL; RAMOS, 2011). Esses locais apresentam diferentes combinações de características edafoclimáticas.

No entanto, a avaliação das melhores procedências e progênies considerando as características de solo e clima ainda não foi realizada nos experimentos instalados no Brasil, sendo um critério importante para a indicação de material propagativo para ambientes similares aos dos testes. Este trabalho buscou indicativos da relação entre as condições edafoclimáticas do sítio e o crescimento diamétrico de procedências de grevilea, em três áreas distintas no Estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

No Estado do Paraná foram selecionadas três áreas de pomar de sementes de grevilea em unidades geoclimáticas distintas, submetidas a testes de progênies instalados em 1993-1994 (tabela 1). Nestes locais as árvores com crescimento muito lento ou com características de forma indesejáveis foram desbastadas, selecionando assim, as matrizes.

Tabela 1. Informações das áreas de produção de sementes onde foram coletadas as baguetas de grevéia em 2010.
Table 1. Information about seed orchards areas where increment cores of grevillea were collected in 2010.

Áreas de plantio e localização	Localização	Altitude (m)	Data de plantio	Clima (Köppen)	Unidade geoclimática*	Solos
Ponta Grossa	(25°05'; 50°09')	820	04/1993	Cfb (temperado quente)	2212. Alto Tibagi	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura média argilosa, fase relevo plano (=3%)
Quedas do Iguaçu	(25°31'; 53°01')	513	05/1993	Cfa (subtropical)	2212. Sudoeste	LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico, A moderado, textura muito argilosa, fase relevo suave ondulado (5%)
Presidente Castelo Branco	(23°16'; 52°09')	250	06/1994	Cfa (subtropical)	1.2.4. Noroeste	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura média, fase relevo plano (=3%)

* De acordo com Fritzsos et al. (2010)

Em cada local foram escolhidas 40 matrizes, ao acaso, para coleta de amostras não destrutivas e, em campo, foram feitas as medições de altura e diâmetro de todas as árvores selecionadas. As características dos solos de cada local estão apresentadas na tabela 2.

Foram coletadas de cada árvore, a 1,30 m do solo (DAP), duas amostras ortogonais com trado de incremento com 0,5 cm de diâmetro e com deslocamento de 10 cm entre as amostras, as quais foram coladas em suporte e polidas com lixas de granulometria variando de 80 a 400, para melhor visualização dos anéis de crescimento. Em cada amostra foram marcados e medidos os anéis de crescimento referentes ao período de 2004 a 2009. A última camada de crescimento, referente a 2010 foi desconsiderada, por não refletir um ano completo de crescimento na ocasião da coleta. Para cada ano foi obtida uma média entre os anéis das duas amostras de cada árvore. A partir destes dados foi cal-

culado o incremento periódico anual (IPA) em diâmetro. Utilizando-se os dados de diâmetro e incremento anual, calculou-se o diâmetro retroativo, em anos, para cada árvore.

Os dados climáticos foram obtidos das estações mais próximas às áreas de experimentação. Assim, para Quedas do Iguaçu foram obtidos os dados da estação climática de Salto Osório (25°51'67; 53°01'67), para Presidente Castelo Branco, estação de Paranavaí (23°08'33; 52°43'33) e, Ponta Grossa, estação de Ponta Grossa (25°01'32; 50°15'19) (Tabela 3). A partir de dados diários de precipitação, temperatura média e evaporação, foram compostas séries de temperatura mínima e máxima, precipitação e disponibilidade hídrica nas estações da primavera, de verão e de inverno. Estas informações foram separadas por ano, de 2003 a 2009 e organizadas em planilha eletrônica e, desta forma, submetidos à análise multivariada. Foi considerado o ano

Tabela 2. Características químicas e físicas dos solos das áreas de produção de sementes de Grevéia nos três municípios do Estado do Paraná, na profundidade de 20 a 80 cm.

Table 2. Chemical and physical characteristics of soils in areas of Grevillea seed orchards in three municipalities at state of Paraná, in the depth 20-80 cm.

Locais / Profundidade	pH CaCl ₂	Ca+Mg	C.O (g/kg)	P (mg/dm ³)	Areia Grossa %	Areia Fina %	Silte %	Argila %	SB	V%	T
Pres. Castelo Branco 20-30 cm	4,62	1,79	6,35	4,15	26,75	52	Nd*	22	1,85	38	4,94
Pres. Castelo Branco 60-80 cm	4,74	1,70	4,25	0,96	24,3	51,25	4,45	20	1,71	33	5,21
Quedas do Iguaçu 20-30 cm	4,21	0,23	17,31	0,39	3,9	4,85	21,25	70	0,25	3	8,94
Quedas do Iguaçu 60-80 cm	4,02	0,46	26,56	1,25	4,4	5,1	26,5	64	0,57	5	12,43
Ponta Grossa 20-30 cm	4,25	0,93	10,16	0,35	25,3	31,45	19,25	24	0,94	12	8,04
Ponta Grossa 60-80 cm	4,36	0,24	6,27	0,13	21,2	27,85	16,95	34	0,24	4	6,64

Nd: Não discriminado

Fonte: Bognola et al. (2011)

climático como tendo início em agosto e final em julho, respeitando-se a estação de crescimento das árvores, uma vez que elas apresentam redução ou mesmo interrupção de crescimento no inverno.

Para verificar a diferença de desempenho das matrizes de grevílea, em incremento médio anual, entre os três locais de plantio aplicou-se a análise de variância (ANOVA e Kruskal Wallis).

Para obter um valor de comparação entre os locais, foi construído com as médias do DAP dos três locais, um gráfico de crescimento de 2005 a 2009. Com os valores finais de DAP (de 2009), obteve-se o quartil superior de cada local de experimento. Os indivíduos do quartil superior foram isolados como sendo uma amostra e dela obteve-se a curva média de crescimento de 2004 a 2009 em cada local.

Para verificar se havia diferença climática entre as estações meteorológicas, aplicou-se a análise de multivariada de agrupamento sobre as características climáticas, descritas acima. Para isto, obteve-se a matriz de distância euclidiana média entre os sítios e, em seguida, aplicou-se o método de agrupamento hierárquico aglomerativo, utilizando o algoritmo de ligação Ward's.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo de selecionar indivíduos num pomar de sementes por mudas formado à partir de teste de procedências e progênies é discriminar aqueles que apresentem características desejadas, tais como: melhor crescimento, melhor qualidade de madeira, ou outro uso potencial daquela espécie, no sítio em que estão sendo avaliados. Em geral, após

desbastes realizados ao longo da condução do povoamento, o ritmo de crescimento das árvores selecionadas tende a se estabilizar, pela menor competição por espaço e luz. Apesar dos pomares de sementes terem passado por desbastes seguindo os mesmos critérios técnicos, observou-se diferença significativa no coeficiente de variação para incremento médio anual em Ponta Grossa e Quedas do Iguaçu. Por esse motivo, destaca-se a importância da seleção de material genético uniforme e com as características que melhor se apliquem ao uso final pretendido.

O manejo silvicultural (desbastes, desramas) torna-se fundamental para a melhoria do rendimento de produtos madeiráveis para espécies florestais cultivadas em sistemas silvipastoris, sendo importante definir a finalidade do povoamento. É importante destacar que a seleção genética deve considerar não apenas a adaptação às condições de clima e solo, mas também ao uso da madeira. Kalinganire e Hall (1993) observaram que testes de seleção de progênies para produção de biomassa não apresentariam, necessariamente, qualidade para madeira sólida.

Neste trabalho, o incremento médio anual em área transversal apresentou diferenças significativas entre as procedências testadas para Ponta Grossa e Quedas do Iguaçu (Tabela 4).

Para verificar a diferença de desempenho das matrizes de grevílea, em incremento médio anual, entre os três locais de plantio aplicou-se a análise de variância (ANOVA e Kruskal Wallis).

Entre os três sítios de plantio, o incremento médio anual apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 3. Características climáticas das áreas de produção de sementes de Grevílea nos três municípios do estado do Paraná profundidade 20-80 cm.

Table 3. Soils chemical and physical characteristics in areas of Grevillea seed orchards at three municipalities in the state of Paraná (depth 20-80 cm).

Locais	Temp. média anual °C	Temp. média mínima °C	Horas de frio* Maio - agosto	Horas de frio Maio - set	ETP** mm ano ⁻¹	Precipitação mm ano ⁻¹
Ponta Grossa	17,7	13,4	168	180	815	1.500
Quedas do Iguaçu	20,2	15,5	116	123	956	1.900
Pres. Castelo Branco	22,1	17,7	39	41	1085	1.200

Fonte: Adaptado de Wrege et al. (2011). * Horas de frio é equivalente a somatória de horas com temperatura abaixo de 7,2 °C;

** ETP- Evapotranspiração potencial segundo o método de Thornthwaite.

Tabela 4. Tabela da ANOVA para incremento médio anual em área transversal por procedência.

Table 4. ANOVA table for average annual increase in cross-sectional area per provenance.

Local	Razão F	Valor P	Observação
Ponta Grossa	2,61	0,0011	Há diferença entre médias
Quedas do Iguaçu	4,34	0,0000	Há diferença entre médias
Pres. Castelo Branco	1,44	0,1531	Não há diferença entre médias

Tabela 5. Estatísticas básicas para o caráter "incremento médio anual" das matrizes de grevilea para cada sítio de plantio.
Table 5. Basic statistics for the character "mean annual increment" of *Grevillea* mother trees for each planting site.

Local	Total (Número de amostras)	Média	Coefficiente de variação (%)	Valor mínimo	Valor máximo	Curtose	Contraste
1 (Ponta Grossa) a	196	0,0048	38,82	0,0013	0,0124	4,11	a b *
2 (Quedas do Iguaçu) b	189	0,0043	38,35	0,0012	0,0096	1,56	a c *
3 (Pres. Castelo Branco) c	193	0,0059	46,53	0,0018	0,0152	2,46	b c *

* estatisticamente diferentes ao nível de 5% de probabilidade

Para este caráter, o valor obtido para o teste F foi de 29,19 e para o valor p foi de 0,00, comprovando que as áreas são estaticamente diferentes. Observou-se que o padrão assimetria e / ou curtose está fora da amplitude de -2 para +2 para dois locais, o que indica que os dados não se ajustam ao modelo gaussiano. Assim, para a análise de dados deste período foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparar medianas ao invés de médias. Verificou-se que a probabilidade das medianas serem as mesmas foi menor que 0,05 (valor p foi de 1,31536E-9), havendo assim uma diferença significativa entre as mesmas ao nível de 95% de confiança.

Para verificar quais medianas são diferentes, observa-se o gráfico da figura 1. As árvores de Presidente Castelo Branco apresentaram um desempenho superior aos demais locais e as de Ponta Grossa, apesar das temperaturas menos elevadas e da maior ocorrência de geadas (tabela 3), apresentaram um crescimento superior as de Quedas do Iguaçu.

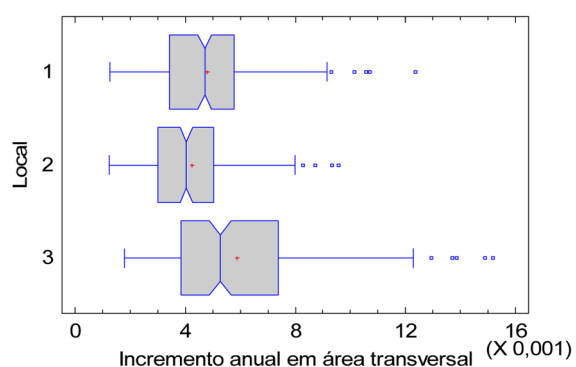


Figura 1. Incremento médio anual em área transversal de 2004 a 2009, sendo local 1 = Ponta Grossa, local 2 = Quedas do Iguaçu e local 3 = Presidente Castelo Branco.

Figure 1. Annual average increment in cross sectional area from 2004 to 2009, with site 1 = Ponta Grossa, site 2 = Quedas do Iguaçu and site 3 = President Castelo Branco.

O alto valor do coeficiente de variação para incremento médio anual (acima de 38%) ob-

tido pode ser atribuído não apenas à variação existente entre os indivíduos, mas também à forma do fuste da árvore de grevilea, que é bastante irregular (desuniforme) e, além disso, apresenta forte resposta à competição e espaçamento (KALINGANIRE, 1996). Kalinganire (1996) avaliou o crescimento de 66 árvores de grevilea, com material genético muito similar e verificou que o espaçamento influencia significativamente no volume, mas não na altura. Em um sistema silvipastoril (grevilea e gramínea), Radonski e Ribaski (2010) observaram que a grevilea foi sensível ao sombreamento, o que resultou num maior diâmetro na porção do caule voltada para as entrelinhas, comparado a área voltada para o renque de árvores. Assim, devido as diferentes situações de espaçamento (após o desbaste), mortalidade e presença de progênies diferentes, deve-se esperar uma alta variabilidade de incremento em diâmetro. Em plantio agroflorestal no Quênia, em condições de clima tropical semiárido, Lott et al. (2000a; 2000b) também observaram o efeito negativo da competição no crescimento de árvores de grevilea, sendo destacada a importância de um sistema de plantio onde o crescimento das árvores não seja comprometido pela competição. O uso da grevilea em sistema agroflorestal apresentou resultado satisfatório em plantio consorciado no sul da Índia, se destacando entre as demais espécies testadas para o sombreamento da cultura de café, com incremento médio anual superior a 1,2 cm ano⁻¹ (NATH et al., 2011). Portanto, a manutenção do espaço vital da árvore, com a realização de desbastes, segundo critérios técnicos, possibilita a manifestação do máximo potencial de crescimento em cada sítio.

Verificou-se também que as árvores em Presidente Castelo Branco apresentaram incremento periódico anual de 1,35 cm por ano, no período avaliado, enquanto para Ponta Grossa e Quedas do Iguaçu este incremento foi de aproximadamente 1,16 e 1,06 cm, respectivamente (Figura 2).

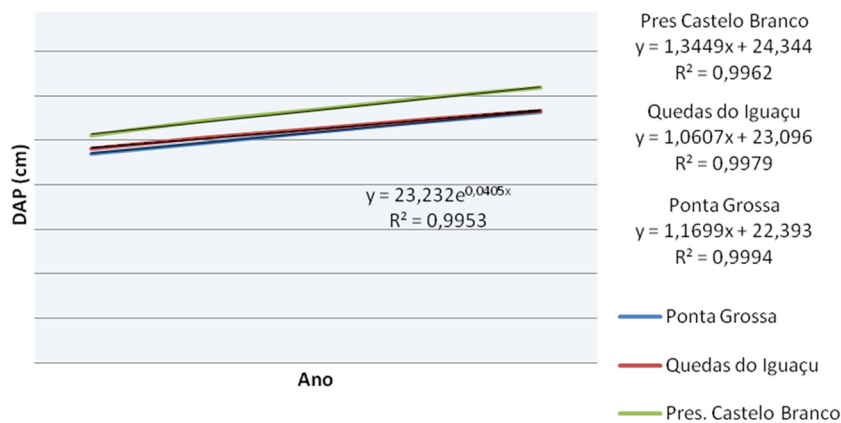


Figura 2. Incremento médio anual em DAP dos três locais de 2005 a 2009.
Figure 2. Mean annual increment in DBH of the three sites from 2005 to 2009.

Os valores de IMA encontrados neste trabalho (1,06 a 1,35 cm ano⁻¹), na idade estudada estão próximos dos observados em outros plantios de grevília. Canto; Schneider (2004) avaliaram o crescimento de três árvores de grevília dominantes, plantadas na Depressão Central do Rio Grande do Sul (clima Cfa, com temperatura média anual de 19 °C e precipitação média anual de 1769 mm) e encontraram, para a idade entre 12 a 17 anos, mesma idade das árvores deste experimento, um IMA entre 1,49 a 1,52 cm ano⁻¹, ou seja, um pouco superior ao encontrado no estudo. Entretanto, deve-se levar em consideração que eram árvores dominantes, ou seja, de crescimento superior às demais. Kalinganire (1996) avaliando o crescimento de 34 amostras de árvores em plantações de Ruanda (África), precipitação entre 600 a 1700 mm e temperatura média anual de 13 a 20 °C, em diferentes sítios altitudinais, encontrou para esta faixa de idade um incremento médio anual entre 0,9 a 1,5 cm ano⁻¹, ou seja, dentro da faixa de crescimento encontrada neste trabalho.

Há registros de que o crescimento pode ser ainda maior, podendo atingir incrementos anuais de 2 m em altura e 2 cm em diâmetro, como média, nos primeiros 5 a 10 anos de idade (KALINGANIRE, 1996, OKORIO; PEDEN, 1992; MARTINS; NEVES, 2005), época em que seu crescimento é mais rápido. No entanto, material genético inadequado e condições ambientais adversas podem comprometer o incremento em árvores de grevília. Em plantio com idade semelhante, estabelecido em condição subtropical a subtemperado em Nauni, na Índia, Sharma et al. (2009) observaram IMA de 0,47 cm, com ICA de 1,02 cm, aos 9-10 anos.

Os indivíduos avaliados em Presidente Castelo Branco apresentaram crescimento mais homogêneo entre si, em relação ao crescimento

das procedências nos outros dois sítios. Por se tratar de testes de progênies estabelecidos com a mesma coleção de progênies e para o mesmo período, algumas hipóteses podem ser levantadas para justificar esse comportamento como, por exemplo, que as árvores com crescimento superior foram mais bem representadas na amostragem realizada em Presidente Castelo Branco. Este seria então um problema inerente à amostragem aleatória, mas que foi diluído, em parte, pelo grande número de amostras avaliadas (190 indivíduos por local, em média). Deve-se ainda levar em consideração que as árvores de Presidente Castelo Branco foram plantadas um ano após as outras áreas, o que demonstra, de forma efetiva, o crescimento superior das mesmas neste local, especialmente quando se considera o valor médio final do DAP em 2009 para os indivíduos das três localidades (de 31 cm, para Presidente Castelo Branco e de 28 cm, para Quedas do Iguaçu e Ponta Grossa) (Figura 2).

A partir da análise de agrupamento referente ao estudo do clima, no gráfico “distância de aglomeração” (figura 3), pode-se fazer um corte na distância de número 26, que é a primeira forte inflexão na curva. Aplicando o valor deste corte aos dados da figura 4 (eixo das ordenadas) observa-se que houve uma primeira divisão que separa um grupo formado pelas estações de Ponta Grossa e Quedas do Iguaçu, da estação de Presidente Castelo Branco, ou seja, há uma maior aproximação climática entre as estações de Ponta Grossa e a de Quedas do Iguaçu em relação à estação de Presidente Castelo Branco. Observa-se também, no eixo das abscissas, que os anos climáticos foram agrupados por estações meteorológicas, o que indica uma maior aproximação das características climáticas da mesma estação, independente dos anos considerados, e uma nítida diferença climática entre os três locais.

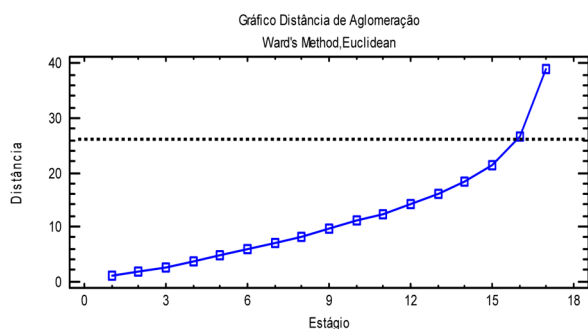


Figura 3. Gráfico "Distância de Aglomeração".
Figure 3. Graphic "Agglomeration distance".

Assim, como resultado da análise de Cluster aplicada aos dados climáticos, os anos considerados foram agrupados por estações, o que indica que há mais fortes semelhanças entre as estações (locais) do que entre os anos. Observou-se também que não houve anos atípicos, ficando os valores próximos à média anual de cada local, conforme observado em Wrege et al. (2011).

Diferenças climáticas nítidas entre as estações meteorológicas já foram encontradas ao se considerar séries mais longas (30 anos ou mais), conforme Fritzsons et al. (2008). Assim, as diferenças em incremento nos anéis de crescimento em diâmetro podem ser atribuídas também ao clima do local de plantio. A região de Presidente Castelo Branco apresenta um clima com temperatura média anual mais elevada que a região

de Quedas do Iguaçu e Ponta Grossa e, apesar de apresentar uma menor precipitação média anual, a maior pluviometria se concentra na primavera e verão o que, aliado às temperaturas mais elevadas, favorece o desenvolvimento florestal. Em Ponta Grossa a temperatura média anual é mais baixa e há um maior número de horas de frio comparado à Presidente Castelo Branco. Em Quedas do Iguaçu, a temperatura média anual é também mais baixa do que a de Presidente Castelo Branco e, além disso, há quedas bruscas de temperatura, especialmente no inverno, devido às entradas de frentes frias pela calha do Rio Iguaçu.

A boa adaptação da grevilea em climas mais quentes já foi registrada em vários trabalhos, a exemplo de Fritzsons et al. (2010), no zoneamento para grevilea no Estado do Paraná, onde se concluiu, a partir da análise de resultados de experimentos, que as áreas mais favoráveis ao plantio situam-se no norte, noroeste, oeste e sudoeste do Paraná, que são as áreas de temperaturas mais elevadas do Estado. KALINGANIRE (1996) também observou em Ruanda, altitude entre 900 e 2.300 m, que a grevilea situada em altitudes menores (mais quentes) apresentava um maior incremento em altura do que as situadas em locais de altitudes mais elevadas (mais frias).

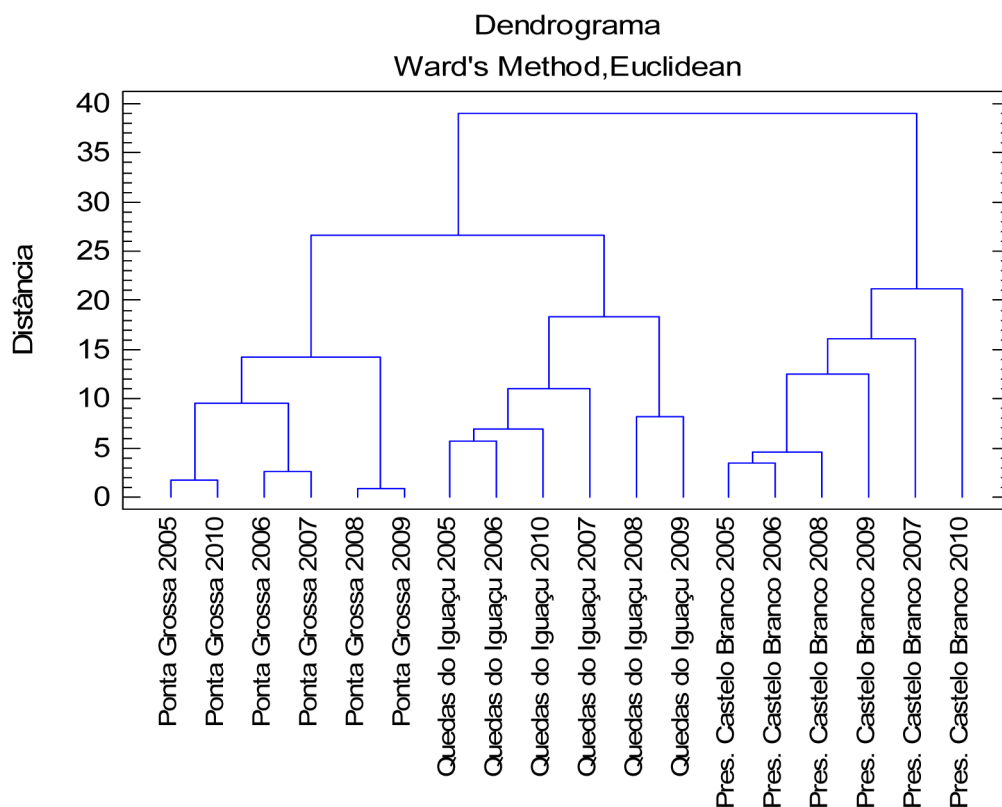


Figura 4. Dendrograma, segundo o Método de Ward's, com as estações climáticas separadas por anos.
Figure 4. Dendrogram, according to Ward's method, with separate seasons per year.

A região de Presidente Castelo Branco apresenta um clima com temperatura média anual mais elevada e, apesar de apresentar uma menor precipitação média anual, a maior pluviometria se concentra na primavera e verão o que, aliado às temperaturas mais elevadas, favorece o desenvolvimento florestal.

Além do clima, outra possível influência positiva no crescimento da grevilea pode ser devido a fatores edáficos, como a textura dos solos. As árvores e, especialmente, as grevileas apresentam preferência por solos bem drenados e leves (HARWOOD, 1992), isto é, não argilosos e de textura média (KALINGANIRE, 1996). Isto pode ser devido à associação com micorrizas, que aumenta sua capacidade de absorção de água e de nutrientes em solos de baixa fertilidade e por apresentar raízes proteóides e, portanto, adaptadas a solos pobres. De acordo com os resultados obtidos por Bognola et al. (2011), os solos da área experimental de Presidente Castelo Branco apresentam textura média leve, enquanto os de Ponta Grossa apresentam textura que vai de média argilosa a média pesada, e os de Quedas do Iguaçu apresentam textura muito argilosa. Além disso, as estiagens de inverno que ocorrem no noroeste do Paraná podem induzir as árvores de grevilea a expandirem ainda mais o seu sistema radicular em busca de água, fato este que necessitaria de melhor investigação.

Além disso, os solos de Presidente Castelo Branco apresentam maior concentração de Ca e Mg e, principalmente, de P, na camada superficial (0-20 cm), o que pode ter favorecido o crescimento das procedências, caracterizando um sítio com melhor potencial de solos para o desenvolvimento dessa espécie. A saturação do complexo sortivo do solo em Presidente Castelo Branco foi de 33 a 38% na profundidade entre 20 e 80 cm (BOGNOLA et al., 2011), onde estão situadas a maior parte das raízes. Esta saturação não configura os solos como sendo eutróficos, mas comparativamente, é de qualidade superior aos outros solos (de Ponta Grossa e de Quedas do Iguaçu), cujo complexo sortivo é de 3 a 12%, o que pode ter favorecido o crescimento diferenciado da grevilea. Ensaio de adubação com esta espécie poderiam elucidar a preferência da grevilea quanto às qualidades edáficas.

Esta associação entre solos arenosos e clima mais quente que ocorre em Presidente Castelo Branco é representativa do noroeste do Estado do Paraná, na área do Arenito Caiuá e em mui-

tas áreas do Brasil Central, consideradas áreas marginais para culturas de ciclo curto devido, especialmente, à deficiência hídrica dos solos, mas que podem se prestar à produção florestal.

CONCLUSÕES

As diferenças entre incrementos médios anuais dos três locais foram significativas, o que indica um melhor desempenho das árvores de Presidente Castelo Branco (incremento periódico anual de 1,35 cm por ano) em relação às árvores das áreas de Quedas do Iguaçu e de Ponta Grossa (incremento de 1,16 e 1,06 cm, respectivamente). As árvores de Presidente Castelo Branco também apresentaram um crescimento mais homogêneo, sem diferenças significativas no crescimento entre elas, no período de tempo estudado, ou seja, árvores com a idade aproximada entre 10 a 16 anos.

A partir da análise de agrupamento referente ao clima observa-se que foram isolados dois grupos, um formado pelas estações de Ponta Grossa e Quedas do Iguaçu e outro pela estação de Presidente Castelo Branco, o que leva a indícios de que os climas mais quentes podem ser favoráveis ao desenvolvimento da grevilea, pois a região de Presidente Castelo Branco apresenta um clima com temperatura média anual mais elevada e, apesar de apresentar uma menor precipitação média anual, a maior pluviometria se concentra na primavera e verão o que, aliado às temperaturas mais elevadas, favorece o desenvolvimento florestal.

Para uma maior assertividade quanto à influência do clima no crescimento da grevilea será necessário ampliar o número de áreas onde povoamentos de grevilea podem ser implantados e os solos devem ser os mais homogêneos possíveis entre si quanto à textura, estrutura e fertilidade. Além disso, seria recomendável utilizar as mesmas procedências ou um material genético mais similar possível, sendo ideal o uso de clones.

Resultados de ensaio de campo, como os efetuados neste trabalho, são indicativos, mas não conclusivos, devido aos diversos fatores ambientais envolvidos e ao material genético que não é homogêneo; entretanto oferece a possibilidade de diretrizes de novas pesquisas com esta espécie ou com outras, além de apresentar uma metodologia de como trabalhar de forma integrada dados de crescimento de árvores e os ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOGNOLA, I. A.; FRITZSONS, E.; GRABIAS, J.; AGUIAR, A. V. **Caracterização dos solos em áreas experimentais com grevília, no Estado do Paraná.** Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 33 p. (Documentos, 228).
- CANTO, J. L.; SCHNEIDER, P. R. Crescimento da *Grevillea robusta* A. Cunn. na depressão central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 29-35, 2004.
- FERREIRA, C. A.; MARTINS, E. G. O potencial da grevília (*Grevillea robusta* A. Cunn.) para reflorestamento. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais.** Curitiba: Embrapa Florestas, 1998, p. 169-178.
- FRITZSONS, E.; CARPANEZZI, A. A.; MANTOVANI, L. E. **Elaboração de um banco de dados climáticos para o Estado do Paraná.** Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 1 CD-ROM. (Embrapa Florestas. Documentos, 168).
- FRITZSONS, E.; CARPANEZZI, A. A.; WREGGE, M. S.; AGUIAR, A. V. de Zoneamento climático para a grevília (*Grevillea robusta*) para o Estado do Paraná. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 61, p. 17-24, jan./abr. 2010.
- HARWOOD, C. E. Natural distribution and ecology of *Grevillea robusta* in forestry and agroforestry. In: HARWOOD, C. E. ***Grevillea robusta* in agroforestry and forestry: Proceedings of an International Workshop.** Nairobi: ICRAF. 1992. p.21-28.
- HARWOOD, C. E.; BOOTH, T. H. Status of *Grevillea robusta* in forestry and agroforestry. In: HARWOOD, C. E. (Ed.). ***Grevillea robusta* in agroforestry and forestry: Proceedings of an International Workshop.** Nairobi: ICRAF. 1992, p.9-16.
- IWAKIRI, S.; SHIMIZU, J.; SILVA, J. C.; MENEZZI, C. H. S. D.; PUEHRINGHER, C. A.; VENSON, I.; LARROCA, C. Produção de painéis de madeira aglomerada de *Grevillea robusta* A. Cunn. Ex R. Br. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 883-887, 2004.
- JANGRA, R., GUPTA, S. R.; KUMAR, R.; SING, G. Carbon sequestration in the *Grevillea robusta* plantation on a reclaimed sodic soil at Karnal in Northern India. **International journal of ecology and environmental sciences.** Nova Deli, v. 36, n. 1, p. 75-86, 2010.
- KALINGANIRE, A. Performance of *Grevillea robusta* in plantations and on farms under varying environmental conditions in Rwanda. **Forest Ecology and Management.** Amsterdam, v. 80, n. 1-3, p.279-285, 1996.
- KALINGANIRE, A.; HALL, J. B. Growth and biomass production of young *Grevillea robusta* provenances in Rwanda. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 62, p. 73-84, 1993.
- LEAL, A. C.; RAMOS, A. L. M. Desempenho de cinco procedências de *Grevillea robusta* no norte do Paraná. **Floresta.** Curitiba, v. 41, n. 2, p. 287-294, 2011.
- LOTT, J. E.; HOWARD, S. B.; ONG, C. K.; BLACK, C. R. Long-term productivity of a *Grevillea robusta*-based overstorey agroforestry system in semi-arid Kenya: I. Tree growth. **Forest Ecology and Management.** Amsterdam. v. 139, n. 1-3, p. 175-186, 2000a.
- LOTT, J. E.; HOWARD, S. B.; ONG, C. K.; BLACK, C. R. Long-term productivity of a *Grevillea robusta*-based overstorey agroforestry system in semi-arid Kenya: II. Crop growth and system performance. **Forest Ecology and Management.** Amsterdam, v. 139, n. 1-3, p. 187-201, 2000b.
- MARTINS, E. G.; NEVES, E. J. M. **Melhoramento genético de grevília para produção de madeira em pequenas propriedades.** Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 1 CD-ROM. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 23).
- MARTINS, E. G.; NEVES, E. J. M.; SHIMIZU, J. Y.; FERREIRA, C. A. **Avaliação e ganho genético estimado para o volume de procedências de grevília em três diferentes locais.** Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 46, p. 3-20, jan./jun. 2003.

- MARTINS, E. G.; NEVES, E. J.M.; STURION, J. A.; AOKI, H. Ganho genético no volume de madeira de progênies de grevilea de segunda geração na Região de Avaré, São Paulo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 52, p. 119-130, jan./jun. 2006.
- >MARTINS, E. G.; SHIMIZU, J. Y.; FERREIRA, C. A. **Desempenho de procedências de grevilea em Quedas do Iguaçu, PR**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 40, p. 45-56, jan./jun. 2000.
- NATH, C. D.; PELISSIER, R.; RAMESH, B. R.; GARCIA, C. Promoting native trees in shade coffee plantations of southern India: comparison of growth rates with the exotic *Grevillea robusta*. **Agroforest Systems**. Dordrecht, v. 83, n. 2, p. 107-119, 2011.
- OKORIO, J.; PEDEN, D. The growth performance of *Grevillea robusta* in the highlands of Uganda. In: HARWOOD, C. E. (Ed.). ***Grevillea robusta in agroforestry and forestry***: Proceedings of an International Workshop. Nairobi: ICRAF, 1992. p.87-98.
- ONGUGO, P. O. Place of *Grevillea robusta* in national agroforestry and wood production policies and plans. In: HARWOOD, C. E. ***Grevillea robusta in agroforestry and forestry***: Proceedings of an International Workshop. Nairobi: ICRAF, 1992. p. 29-36.
- OWINO, F. Trends in growing and utilization of *Grevillea robusta* as an exotic. In: HARWOOD, C. E. ***Grevillea robusta in agroforestry and forestry***: Proceedings of an International Workshop. Nairobi: ICRAF, 1992. p. 17-19
- RADONSKI, M. I.; RIBASKI, J. Excentricidade da medula em *Grevillea robusta* e *Corymbia citriodora* cultivados em sistema silvipastoril. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 6 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 248).
- RODIGHERI, H. R.; MARTINS, E. G. Importância socioeconômica e ambiental. In: **Cultivo da grevilea nas regiões sul e sudeste do Brasil**. Disponível em: Acesso em: 1 out. 2010.
- SEBBENN, A. M.; DURIGAN, G.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; PONTINHA, A. A. S. Teste de procedências de *Grevillea robusta* A. Cunn. **Revista Instituto Florestal**. São Paulo, v. 11, n. 1, p. 65-73, 1999.
- SHARMA, J. K.; GUPTA, N. K.; SHARMA, S. Comparative growth performance of some multipurpose tree species of North Western Himalayas. **Indian Journal of Agroforestry**, Raipur, v. 11, n. 2, p. 80-84, 2009.
- SHIMIZU, J. Y.; MARTINS, E. G.; FERREIRA, C. A. Avaliação inicial de procedências de grevilea no Noroeste do Paraná. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 37, p. 41-54, jul./dez. 1998.
- WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JR., C.; ALMEIDA, I. R. **Atlas climático da região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336 p.

Recebido em 23/01/2014
Aceito para publicação em 13/05/2014