

Criptoméria como espécie alternativa para produção de madeira no Paraná

Jarbas Yukio Shimizu⁽¹⁾, Riceli Antunes Maiochi⁽²⁾

⁽¹⁾Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, Caixa Postal 319, CEP 83411-000, Curitiba-PR. E-mail: jarbas@cnpf.embrapa.br ⁽²⁾Universidade Regional de Blumenau - FURB, Rua Antônio da Veiga n°. 140, Victor Konder, CEP 89012-900, Blumenau-SC. E-mail: rmaiochi@hotmail.com

Resumo - A criptoméria (*Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don.) é uma espécie alternativa potencial para produção de madeira no Estado do Paraná. Neste estudo, foram comparadas as produtividades de plantios feitos com sementes de várias origens com um material genético existente no País, introduzido de origem desconhecida. Os plantios experimentais foram estabelecidos em três locais, com tipos de solos e precipitações pluviométricas médias anuais distintos. Houve variações entre origens quanto à intensidade de danos causados pelas geadas e, também, quanto ao crescimento das árvores. Dentre os locais em que foram plantados os experimentos, o maior potencial de produção de madeira de criptoméria foi verificado em Cantagalo, onde o solo é caracterizado como Cambissolo de basalto e há maior precipitação pluviométrica (1.831 mm/ano), em comparação com Rio Negro e Colombo, onde as precipitações são de 1.420 mm e 1.407 mm, respectivamente. As origens de maior potencial para a produção de madeira, em todos os locais testados, foram das províncias de Nara, Miyagi e Shimane. Essas são de locais com temperatura média anual maior que 12 °C. As de locais mais frios como das províncias de Akita e Toyama apresentaram baixa produtividade no Paraná.

Termos para indexação: *Cryptomeria japonica*, origens, qualidade de sítio, produtividade.

Japanese red cedar as an alternative species for wood production in the State of Paraná

Abstract - Japanese red cedar (*Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don.) is an important alternative tree species for wood production in the State of Paraná. This study reports on the performance of this species from different geographic origins in comparison to a previously introduced population of unknown origin. The test plantations were established in three locations in the State of Paraná. The sites differed in soil types as well as in mean annual rainfall. Provenance performances varied in frost tolerance and in growth traits. Among planting sites, Cantagalo was the most productive due to better soil quality than in other sites. Also, the mean annual rainfall at Cantagalo site is higher (1,831 mm) than in Rio Negro and Colombo (1,420 mm and 1,407 mm, respectively). The seed origins with the greatest potential for wood production in the State of Paraná are the Japanese prefectures of Nara, Miyagi, and Shimane, where mean annual temperatures are higher than 12 °C. Seeds brought from cold sites such as Toyama and Akita prefectures resulted in slow growing stands in the State of Paraná.

Index terms: *Cryptomeria japonica*, origins, site quality, productivity.

Introdução

A criptoméria (*Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don.) é uma espécie de conífera florestal, da família Taxodiaceae, originária de regiões temperadas do Japão e China, de altitudes entre 600 m e 1.800 m. O nome *cryptomeria* vem do grego *krypto* que significa escondido e *meris* que significa parte, porque todas as partes da

“flor” permanecem escondidas (VASCONCELOS, 2005). Os estróbilos masculinos são amarelos, com 3 mm de diâmetro, agrupados em racemos; os cones (estróbilos femininos), quando maduros, são lenhosos, globosos, com até 3 cm de diâmetro, de cor castanho-avermelhada e dispostos em posição terminal. No Estado de São Paulo, a criptoméria “floresce” de junho a julho e os cones amadurecem entre abril e maio (GURGEL FILHO;

PASZTOR, 1963). Cada cone pode conter de 30 a 50 sementes. Estas são pequenas, triangulares, providas de asa rudimentar (VIBRANS, 2004), cabendo até 482 mil por quilograma (GURGEL FILHO, 1964).

A criptoméria ocorre em regiões caracterizadas por invernos frios e verões moderadamente quentes, com pluviosidade elevada (mais de 2 mil mm ao ano), onde a temperatura média do verão não ultrapassa 20 °C. No Japão, seu crescimento pode ser rápido em locais com temperaturas médias anuais entre 12 °C e 14 °C (ALVES et al., 1984). Em suas origens, esta espécie atinge 20 m a 30 m de altura, podendo chegar até 50 m em sítios excepcionais. Sua copa apresenta forma cônica, quando jovem, tendendo a um formato irregular na fase adulta. Seu tronco é reto, provido de casca acastanhada e fibrosa, folhas aciculares, curtas e grossas, de até 12 mm de comprimento. Esta é uma das coníferas mais importantes na história do Japão, onde é conhecida como “sugi” e as plantações remontam a vários séculos.

No Brasil, onde é conhecida, também, como cedro-japonês ou pinheiro-japonês, a criptoméria pode atingir um incremento médio anual de até 45 m³/ha em sítios adequados (CARPANEZZI et al., 1988). Essa espécie tem potencial para produção de madeira de alta qualidade para processamentos mecânicos na fabricação de lâminas, chapas e peças serradas para construção de casas, móveis, embalagens e barcos, bem como para a fabricação de papel e celulose (CARPANEZZI et al., 1988; SANTOS et al., 2000; GÉRARD, 2004).

A propagação da criptoméria pode ser feita facilmente por meio das sementes. Essa é a forma mais usada no Brasil e em várias partes do mundo, enquanto que, no Japão, a propagação vegetativa mediante enraizamento de estacas é mais comum (ALVES et al., 1984).

A madeira de criptoméria constitui matéria-prima indicada para a produção de papel “kraft” de alta resistência. Apesar da baixa densidade da sua madeira (0,36 g.cm⁻³ a 0,39 g.cm⁻³) (PEREIRA et al., 2003; GÉRARD, 2004; COLODETTE, 1982), ela é considerada de grande utilidade. Em vários locais como nos Estados Unidos, Japão e alguns países europeus, ela é usada na fabricação de móveis, pisos e embalagens, bem como na construção de casas. Estudos do CIRAD (GÉRARD, 2004) mostraram que o alburno da criptoméria é altamente suscetível aos insetos e fungos. Porém, em sua região de origem, podem ser observados troncos caídos na floresta, provavelmente em

decorrência de furacões, na ilha de Yaku, no extremo sul do arquipélago japonês, a partir dos quais regeneraram novas árvores originadas das brotações epicórmicas. Algumas dessas árvores estão com mais de 80 anos, estimados por meio da contagem dos anéis de crescimento. Portanto, o seu cerne pode ser considerado de alta resistência ao apodrecimento, conforme indica a perfeita condição de preservação dos troncos na base dessas brotações, mesmo em contato direto com o solo durante todo esse período.

Para crescer satisfatoriamente, a criptoméria requer solos profundos, úmidos e bem drenados, de preferência em encostas protegidas. Os plantios em escala comercial, no Brasil, foram estabelecidos, inicialmente, nos municípios de Caieiras, SP (750 m a 1.000 m de altitude) e em Camanducaia, MG (1.500 m de altitude) na Serra da Mantiqueira. Em Santa Catarina, recomenda-se o seu plantio em locais acima de 600 m de altitude, em solos profundos e férteis, sem deficiência hídrica. No Estado do Paraná, o plantio é recomendado em locais acima de 800 m de altitude (CARPANEZZI et al., 1986; CARPANEZZI, 1988).

Tendo em vista a perspectiva favorável que essa espécie apresenta, tanto como fonte alternativa de madeira quanto para arborização e outros usos em pequenas propriedades rurais, foram introduzidas sementes de várias origens, visando identificar as de maior potencial produtivo no Sul do Brasil e, também, aumentar a base genética da espécie para futuro melhoramento genético.

Esse trabalho teve como objetivo fazer um levantamento e análise das informações coletadas ao longo do tempo nos plantios experimentais de criptoméria no Estado do Paraná. O principal enfoque desta análise é a avaliação da produtividade do material genético introduzido de diferentes origens, em comparação com os que haviam sido introduzidos sem controle da fonte.

Materiais e Métodos

Foram estabelecidos testes com sementes introduzidas diretamente de cinco origens japonesas. Foi incluída, também, uma testemunha brasileira, constituída de regenerações naturais coletadas em Camanducaia, MG, sob um povoamento comercial estabelecido com semente de origem desconhecida (Tabela 1). Os testes foram plantados entre fevereiro e abril de 1980, em três municípios no Segundo Planalto Paranaense (MAACK, 1981):

1) Colombo está situado à latitude 25° 14' S, longitude 49° 14' W e altitude de 920 m. Os dados climáticos são referentes ao período de 1961 a 1990 (NORMAIS CLIMATOLÓGICAS, 1992), da estação meteorológica mais próxima (Curitiba), a poucos quilômetros de Colombo. A precipitação média anual é de 1.407,2 mm e a temperatura média anual de 16,5 °C. No mês mais quente, a temperatura média das máximas chega a 25,8 °C e, no mês mais frio, a média das mínimas chega a 7,8 °C. O período mais chuvoso ocorre no verão, atingindo 165,0 mm em janeiro e as mais baixas precipitações pluviométricas em agosto, com 74,5 mm. A área experimental em Colombo está sobre solo do tipo Cambissolo, ácido e de baixa fertilidade.

2) Rio Negro está situado à latitude de 26° 06' S, longitude de 49° 48' W e altitude de 847 m. A precipitação média anual nessa região, referente ao período de 1961 a 1990, é de 1.420 mm e a temperatura média anual de

16,6 °C. A temperatura média das máximas do mês mais quente chega a 27,4 °C e a das mínimas do mês mais frio a 6,8 °C. O mês mais chuvoso é fevereiro, quando acumula até 170,7 mm e o mês mais seco é abril, com 67,4 mm. O solo é do tipo Podzólico Vermelho Amarelo, de baixa fertilidade, ácido, com elevado teor de alumínio, pobre em bases trocáveis e muito pobre em fósforo (BALDANZI; ARAÚJO, 1971).

3) Cantagalo está situado à latitude de 25° 24' S, longitude de 51° 28' W e altitude de 1.160 m. Dada a inexistência de dados climáticos oficiais dessa região, a caracterização climática foi baseada em informações pontuais coletadas localmente. A precipitação pluviométrica média anual observada foi de 1.831 mm e a temperatura média anual de 15,1 °C. No mês mais quente, a temperatura média chegou a 19,6 °C e, no mês mais frio, a 11,1 °C. O solo é do tipo Cambissolo de basalto, com afloramentos de rocha (MAACK, 1981).

Tabela 1. Dados sobre as origens de *Cryptomeria japonica* em testes no Paraná.

| Código | Origem | Latitude N | Longitude E | Altitude (m) | Precip. (mm) | TMA* (° C) |
|--------------|-------------|------------|-------------|--------------|--------------|------------|
| 76092 | Miyagi | 38° 19' | 141° 27' | 40-50 | 1.257 | 12,2 |
| 76093 | Toyama | 36° 33' | 137° 35' | 1.000-1.300 | 3.902 | 8,5 |
| 76189 | Shimane | 34° 37' | 132° 12' | 700-900 | 2.258 | 12,8 |
| 76229 | Akita | 40° 00' | 140° 13' | 300-400 | 1.968 | 10,7 |
| 77242 | Nara | 34° 30' | 136° 00' | 500 | 1.616 | 13,4 |
| Testemunha** | Camanducaia | 22° 49' S | 46° 04' W | 1.400 | - | - |

* TMA = temperatura média anual

** Testemunha = coletada em Camanducaia, MG (Hemisfério Sul, a oeste de Greenwich).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, com cinco repetições de parcelas retangulares constituídas de 25 (5x5) plantas, no espaçamento de 3,0 m x 2,0 m. Em volta do experimento, foram plantadas duas linhas de bordadura com as mudas da testemunha. A área total de cada experimento foi 4.500 m².

No primeiro ano em campo, foram efetuadas avaliações dos danos pelas geadas nos experimentos instalados em Colombo e Rio Negro, usando-se um critério subjetivo de frequência de plantas danificadas. Para efeito de análise de variância, os dados dos percentuais de plantas afetadas pelas geadas foram transformados em:

$$Dano = \arcsen \sqrt{\frac{x}{100}}$$

onde:

x = percentual de plantas danificadas pela geada.

Medições da altura e do diâmetro à altura do peito (DAP) foram efetuadas em diferentes idades em cada experimento. Aos 16 anos, todos os experimentos foram medidos e, aos 22 anos, somente o experimento em Rio Negro. No experimento instalado em Cantagalo, foi medido somente o DAP aos 16 anos de idade, ainda assim, em apenas dois dos blocos, devido à perda dos demais por vandalismo. Os volumes das toras, com casca, foram determinados usando-se a fórmula:

$$Vol = (\pi(DAP)^2 \times h \times f)/4$$

onde:

DAP = diâmetro à altura do peito (1,3 m de altura) em metros;

h = altura total da árvore em metros;

f = fator de forma médio da árvore (adotou-se o valor 0,5).

Os dados coletados foram submetidos às análises de variância. Nos casos em que os efeitos das origens foram estatisticamente significativos, foram efetuadas comparações entre as médias, usando-se o teste Tukey.

Resultados e Discussão

Colombo

Danos pela geada

Em Colombo, foi observada uma ampla variação nos danos causados pelas geadas que afetaram em torno de 17,6 % das plantas do experimento no primeiro ano. Porém, não foi possível detectar o efeito da origem nessa variável (Tabela 2), em decorrência do grande erro experimental.

Tabela 2. Análises de variância do desempenho de *Cryptomeria japonica* de diferentes origens em plantios experimentais no Paraná

| Variáveis avaliadas | Média | CVe (%) | QM | F | P>F |
|---|--------|---------|---------|-------|--------|
| Colombo | | | | | |
| Danos pela geada no primeiro ano (%) | 21,76 | 58,89 | 293,07 | 1,78 | ns |
| DAP aos 4 anos (cm) | 3,60 | 17,16 | 1,2693 | 3,33 | < 0,01 |
| DAP aos 16 anos (cm) | 11,55 | 22,05 | 71,8402 | 11,08 | < 0,01 |
| Altura aos 2 anos (m) | 1,27 | 9,50 | 0,0490 | 3,36 | 0,02 |
| Altura aos 4 anos (m) | 3,49 | 8,65 | 0,2457 | 2,69 | ns |
| Altura aos 16 anos (m) | 17,19 | 35,51 | 252,681 | 8,09 | < 0,01 |
| Volume aos 16 anos (m ³ /árv.) | 0,0994 | 72,85 | 0,0508 | 9,68 | < 0,01 |
| Rio Negro | | | | | |
| Danos pela geada no primeiro ano (%) | 43,01 | 18,99 | 267,40 | 4,01 | < 0,01 |
| DAP aos 16 anos (cm) | 17,96 | 59,71 | 233,26 | 2,03 | ns |
| DAP aos 25 anos (cm) | 24,26 | 24,78 | 326,18 | 9,03 | < 0,01 |
| Altura aos 4 anos (m) | 1,74 | 16,43 | 0,2481 | 3,04 | 0,03 |
| Altura aos 16 anos (m) | 12,16 | 56,66 | 147,976 | 3,12 | < 0,01 |
| Volume aos 16 anos (m ³ /árv.) | 0,2075 | 85,32 | 0,2483 | 7,92 | < 0,01 |
| Volume aos 25 anos (m ³ /árv.) | 0,5762 | 47,07 | 0,6390 | 8,69 | < 0,01 |
| Cantagalo | | | | | |
| DAP aos 16 anos (cm) | 24,49 | 13,16 | 48,85 | 4,71 | 0,18 |

Diâmetro do tronco

Aos quatro e aos 16 anos após o plantio, as médias gerais do DAP em Colombo foram de 3,60 cm e 11,55 cm, respectivamente. Aos quatro anos de idade, Shimane apresentou a maior média (4,24 cm), enquanto que Miyagi teve o menor diâmetro (2,93 cm). No entanto,

aos 16 anos, o maior diâmetro foi observado no material genético proveniente de Nara (13,34 cm), justamente o que esteve entre os de menor diâmetro aos quatro anos. O menor crescimento diamétrico aos 16 anos foi observado no material genético oriundo de Akita (10,11 cm) (Tabela 3). Houve, portanto, uma tendência de correlação negativa entre idades no crescimento diamétrico das origens testadas. Porém, dado o reduzido número de origens comparadas, não foi possível declarar a correlação estatisticamente significativa com 95 % de probabilidade.

Tabela 3. Comparações entre médias do DAP de *Cryptomeria japonica* aos quatro e 16 anos de idade em Colombo, PR.

| Origens | 4 anos* | | 16 anos* | | |
|------------|-------------|---------------|------------|-------------|---------------|
| | Médias (cm) | Teste Tukey** | Origens | Médias (cm) | Teste Tukey** |
| Shimane | 4,24 | a | Nara | 13,34 | a |
| Toyama | 3,89 | ab | Miyagi | 11,78 | b |
| Akita | 3,87 | ab | Shimane | 11,73 | b |
| Testemunha | 3,54 | ab | Testemunha | 11,56 | bc |
| Nara | 3,10 | ab | Toyama | 10,75 | cd |
| Miyagi | 2,93 | b | Akita | 10,11 | d |

*correlação linear simples das médias entre idades = -0,56 (não significativa com p<0,05);

**médias seguidas pelas mesmas letras, em cada idade, não diferem estatisticamente com 95 % de probabilidade.

Altura

As alturas médias aos dois, quatro e 16 anos de idade foram 1,27 m, 3,49 m e 17,19 m, respectivamente. Somente aos dois e aos 16 anos as variações entre origens foram estatisticamente significativas (Tabela 2).

Entre as idades de dois e 16 anos, os materiais genéticos de distintas origens mantiveram aproximadamente a mesma ordem relativa de magnitude no crescimento em altura. Os materiais provenientes de Nara e Miyagi colocaram-se entre os de maior crescimento nas duas idades. No outro extremo, a origem Toyama foi das que apresentaram os menores crescimentos nas duas idades (Tabela 4).

Tabela 4. Comparações entre médias de altura em *Cryptomeria japonica* aos dois e 16 anos de idade em Colombo, PR.

| Origens | 2 anos* | | 16 anos* | | |
|------------|------------|---------------|------------|------------|---------------|
| | Médias (m) | Teste Tukey** | Origens | Médias (m) | Teste Tukey** |
| Nara | 1,38 | a | Nara | 20,45 | a |
| Miyagi | 1,37 | a | Shimane | 17,90 | b |
| Akita | 1,28 | ab | Miyagi | 17,50 | b |
| Shimane | 1,26 | ab | Testemunha | 17,28 | bc |
| Toyama | 1,22 | ab | Toyama | 15,31 | cd |
| Testemunha | 1,11 | b | Akita | 14,69 | d |

*correlação linear simples das médias entre idades = 0,42 (não significativa com p<0,05);

**médias seguidas pelas mesmas letras, em cada idade, não diferem estatisticamente com 95 % de probabilidade.

Dentre as origens testadas, Nara e Shimane, que apresentaram os maiores crescimentos em altura aos 16 anos de idade, são oriundas de uma região de menor latitude no Japão (34° 30' N e 34° 37' N, respectivamente). No entanto, o material genético proveniente de Miyagi que, também, esteve entre os de maior crescimento, é originário de 38° 19' N, que é a segunda maior latitude dentre as origens testadas. Como ela se encontra em baixa altitude, a temperatura média anual é relativamente alta, assemelhando-se às de Nara e Shimane. Portanto, o crescimento em altura da criptoméria no Sul do Brasil parece estar fortemente ligado à temperatura média anual da região geográfica de suas origens. Quanto maior a temperatura média anual nas origens, maior seria o crescimento no Brasil. Usando-se esse raciocínio, a criptoméria de maior potencial de crescimento no Sul do Brasil seria de um povoamento isolado do restante, localizado na ilha Yaku, situada no extremo sul do arquipélago japonês. No entanto, não se tem notícia de que amostras dessa origem tenham sido introduzidas no Brasil. A Ilha Yaku foi considerada pela UNESCO como Patrimônio Histórico da Humanidade, dadas as condições de isolamento e por abrigar ecossistemas únicos onde podem ser vistos remanescentes de criptoméria com mais de 8 mil anos de idade.

Os materiais genéticos provenientes de Akita e Toyama foram os de menor crescimento em altura aos 16 anos. O baixo incremento pode ter sido devido à estratégia de sobrevivência que as populações dessas origens desenvolveram ao longo das gerações. Para não sofrer danos com as temperaturas extremamente baixas, que ocorrem mais cedo no ano do que nos demais locais de origem, essas populações entram em dormência vegetativa antes das demais; de maneira análoga, para não sofrer danos pelas geadas tardias da primavera, essas populações iniciam o crescimento vegetativo tardiamente. Assim, o período de crescimento durante o ano fica mais reduzido do que nas populações localizadas em regiões de temperaturas mais amenas.

Volume

Aos 16 anos, a média geral do volume por árvore, em Colombo, foi de 0,0994 m³, com variação altamente significativa entre origens (Tabelas 2). O material genético proveniente de Nara apresentou a maior média, com 0,1483 m³/árvore e Akita a menor, com 0,0650 m³/árvore (Tabela 5).

Tabela 5. Comparações entre médias de volume de *Cryptomeria japonica* aos 16 anos de idade, em Colombo, PR.

| Origens | Médias (m ³ /árv.) | Teste Tukey* |
|------------|----------------------------------|--------------|
| Nara | 0,1483 | a |
| Shimane | 0,1063 | b |
| Miyagi | 0,1028 | b |
| Testemunha | 0,0972 | bc |
| Toyama | 0,0758 | cd |
| Akita | 0,0650 | d |

*médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente com 95 % de probabilidade.

As variações no incremento volumétrico seguiram o mesmo padrão das variações observadas no crescimento em altura. Os maiores incrementos volumétricos foram observados nos materiais genéticos originados de locais com as maiores temperaturas médias anuais.

Rio Negro

Danos pela geada

Em Rio Negro, 46,7 % das plantas sofreram com as geadas no primeiro ano. Houve variação estatisticamente significativa entre origens quanto a essa variável. A origem Shimane foi a mais suscetível, apresentando a maior frequência de plantas com danos pelas geadas (62,8 %), enquanto que Nara foi a menos suscetível, com apenas 35,2 % de plantas danificadas (Tabela 6). Pela extensão dos danos nas plantas, pode-se observar que o local do experimento em Rio Negro é sujeito a geadas mais severas do que em Colombo. Tanto nesse local quanto em Rio Negro, as avaliações dos danos pelas geadas foram de baixa precisão, principalmente devido ao sistema de notas subjetivas. Em virtude desse método, os erros experimentais foram elevados, resultando em baixo poder de discernimento do efeito da origem sobre essa variável.

Tabela 6. Comparações entre médias de danos pela geada em *Cryptomeria japonica* de diferentes origens no primeiro ano, em Rio Negro, PR.

| Origens | Médias (%) | Teste Tukey* |
|------------|------------|--------------|
| Shimane | 62,8 | a |
| Testemunha | 61,3 | ab |
| Akita | 41,5 | ab |
| Toyama | 40,8 | ab |
| Miyagi | 38,8 | ab |
| Nara | 35,2 | b |

*médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente com 95 % de probabilidade.

Diâmetro do tronco

Aos 16 e aos 25 anos de idade, em Rio Negro, as médias gerais em DAP foram 17,96 cm e 24,26 cm, respectivamente. Variações estatisticamente significativas entre origens foram detectadas somente nas medições tomadas aos 25 anos de idade. Os materiais genéticos provenientes de Nara e Miyagi foram os de maior crescimento diamétrico, enquanto que de Akita e Toyama apresentaram os menores incrementos (Tabela 7). Esse foi, também, o padrão de crescimento verificado em Colombo, aos 16 anos.

Tabela 7. Comparações entre médias de DAP de *Cryptomeria japonica* aos 25 anos de idade em Rio Negro, PR.

| Origens | Médias (cm) | Teste Tukey* |
|------------|-------------|--------------|
| Nara | 26,67 | a |
| Miyagi | 25,42 | ab |
| Testemunha | 24,99 | ab |
| Shimane | 23,85 | bc |
| Akita | 23,53 | bc |
| Toyama | 21,39 | d |

*médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente com 95 % de probabilidade.

Altura

Em Rio Negro, as médias gerais de crescimento em altura aos quatro e aos 16 anos de idade foram de 1,74 m e 12,16 m, respectivamente (Tabela 2). A fase inicial do estabelecimento em campo foi caracterizada pelo crescimento lento nas plantas de todas as origens, em decorrência das geadas severas. Em ambas as idades, foram verificadas variações estatisticamente

significativas entre origens. A maior altura, aos quatro anos de idade, foi da testemunha (2,04 m) e, a menor, da origem Shimane (1,46 m). Aos 16 anos de idade, a origem Nara apresentou a maior altura (14,14 m) e a testemunha a menor (10,77 m) (Tabela 8). A inversão da ordem de magnitude em altura da testemunha entre as idades de quatro e 16 anos indicou a possibilidade de correlações negativas entre idades. No entanto, essa tendência não se confirmou ($r = 0,03$, não significativo, com 95 % de probabilidade).

Tabela 8. Comparações entre médias de altura de *Cryptomeria japonica* aos quatro e 16 anos de idade em Rio Negro, PR.

| 4 anos* | | | 16 anos* | | |
|------------|------------|---------------|------------|------------|---------------|
| Origens | Médias (m) | Teste Tukey** | Origens | Médias (m) | Teste Tukey** |
| Testemunha | 2,04 | a | Nara | 14,14 | a |
| Miyagi | 1,94 | ab | Miyagi | 12,92 | ab |
| Akita | 1,77 | ab | Akita | 12,25 | bc |
| Nara | 1,65 | ab | Toyama | 11,39 | c |
| Toyama | 1,58 | ab | Shimane | 10,88 | c |
| Shimane | 1,46 | b | Testemunha | 10,77 | c |

*correlação linear simples das médias entre idades = 0,03 (não significativa com $p < 0,05$);

**médias seguidas pelas mesmas letras, em cada idade, não diferem estatisticamente com 95 % de probabilidade.

Volume

As médias gerais de volume por árvore aos 16 e 25 anos de idade, em Rio Negro, foram de 0,2075 m³ e 0,5762 m³, respectivamente. As origens Nara e Miyagi estiveram entre as de maior incremento volumétrico, enquanto que Toyama foi a que apresentou a menor produtividade de madeira (Tabela 9). As variações entre origens foram estatisticamente significativas nas duas idades. Dos 16 até os 25 anos de idade, praticamente não houve alteração na ordem de produtividade entre as origens.

Tabela 9. Comparações entre médias de volume por árvore de *Cryptomeria japonica* aos 16 e 25 anos de idade em Rio Negro, PR.

| 16 anos* | | | 25 anos* | | |
|------------|-------------------------------|---------------|------------|-------------------------------|---------------|
| Origens | Médias (m ³ /árv.) | Teste Tukey** | Origens | Médias (m ³ /árv.) | Teste Tukey** |
| Nara | 0,2778 | a | Nara | 0,6879 | a |
| Miyagi | 0,2286 | ab | Miyagi | 0,6216 | ab |
| Akita | 0,1931 | bc | Testemunha | 0,6023 | ab |
| Testemunha | 0,1916 | bc | Shimane | 0,5642 | bc |
| Shimane | 0,1886 | bc | Akita | 0,5403 | bc |
| Toyama | 0,1547 | c | Toyama | 0,4520 | c |

*correlação linear simples das médias entre idades = 0,926 (significativa com $p < 0,01$);

**médias seguidas pelas mesmas letras, em cada idade, não diferem estatisticamente com 95 % de probabilidade.

Cantagalo

Diâmetro do tronco

Em Cantagalo, a média geral em DAP, aos 16 anos de idade, foi de 24,49 cm. Devido à medição restrita somente a dois dos blocos, não foi possível detectar variação estatisticamente significativa entre origens. Comparativamente, os plantios em Rio Negro e Colombo, nessa mesma idade, apresentaram crescimento diamétrico de somente 17,96 cm e 11,55 cm, respectivamente. A maior produtividade em Cantagalo pode ter sido em decorrência não só da melhor qualidade do solo, do tipo Cambissolo de basalto no local do experimento, mas, também, devido à maior quantidade de água disponível. Em Colombo e Rio Negro, as precipitações pluviométricas médias anuais atingem 1.407 mm e 1.420 mm, respectivamente, enquanto que, em Cantagalo, ela atinge 1.831 mm. Esse padrão de crescimento indica que a criptoméria pode ser uma espécie alternativa de alta produtividade para a produção de madeira, desde que seja plantada em sítios de boa qualidade e em locais com precipitação pluviométrica abundante.

Conclusões

1) A criptoméria é uma espécie cuja produtividade de madeira é dependente da origem de suas sementes e, também, altamente sensível à qualidade do sítio;

2) No Estado do Paraná, as origens mais indicadas para produção de madeira são as de locais com temperatura média anual maior que 12° C, de baixa altitude (até em torno de 500 m), onde a precipitação pluviométrica média anual não passe de 1.700 mm (por exemplo, das províncias de Nara e Miyagi);

3) Os locais mais indicados para a maximização da produtividade de madeira de criptoméria, no Paraná, são na região de Cantagalo, onde o solo é de boa qualidade química e há precipitação abundante;

4) Se a produtividade da criptoméria estiver diretamente relacionada com a temperatura média anual das suas origens, a mais indicada para o Estado do Paraná seria da Ilha Yaku, no extremo sul do arquipélago japonês;

5) Sementes originárias de locais frios como as províncias de Toyama e Akita têm baixa produtividade no Estado do Paraná, em decorrência da sua evolução em regiões com períodos de crescimento mais curtos durante o ano.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal do Paraná pelos trabalhos de manutenção do experimento instalado em parceria com a *Embrapa Florestas* na Estação Experimental de Rio Negro.

Referências

- ALVES, S. T.; SHIMIZU, J. Y.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V. **Teste de procedência de *Cryptomeria japonica* em três regiões do Estado do Paraná**. Curitiba: EMBRAPA-URPFS, 1984. 3 p. (EMBRAPA-URPFS. Pesquisa em andamento, n. 40).
- BALDANZI, G.; ARAÚJO, A. J. de. Ensaio comparativo de espécies e procedências de *Pinus*, na Estação de Pesquisas Florestais de Rio Negro-PR. **Floresta**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 86-89, 1971.
- CARPANEZZI, A. A. (Coord.). **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Brasília, DF: EMBRAPA-DDT; Curitiba: EMBRAPA-CNPFF, 1986. 89 p. (EMBRAPA-CNPFF. Documentos, 17).
- CARPANEZZI, A. A.; PEREIRA, J. C. D.; CARVALHO, P. E. C.; REIS, A.; VIEIRA, A. R. R.; ROTA, E.; STURION, J. A.; RAUEN, M. de J.; SILVEIRA, R. A. S. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina**. Curitiba: EMBRAPA-CNPFF, 1988. 113 p. (EMBRAPA-CNPFF. Documentos, 21).
- COLODETTE, J. L. Estudo das características da madeira e da polpa kraft da *Cryptomeria japonica* D. Don. In: CONGRESSO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, 15., 1982, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Associação Brasileira de Celulose e Papel, 1982. p. 139-153.
- GÉRARD, J.; BEAUCHÊNE, J.; FOUQUET, D.; GUIBAL, D.; LANGBOUR, P.; THEVENON, M. F.; THIBAUT, A.; VERNAY, M. **TROPIX 5.0: caractéristiques technologiques de 215 essences tropicales**. Montpellier: CIRAD-Forêt, 2004. 1 CD-ROM.
- GURGEL FILHO, O. A. O comportamento florestal das coníferas exóticas. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 129-188, 1964.
- GURGEL FILHO, O. A.; PASZTOR, Y. P. C. Fenologia e comportamento em alfofre de espécies florestais e ornamentais. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 291-304, 1963.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2. ed. Rio de Janeiro: J. Olympio; Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981. 450 p.
- NORMAIS climatológicas (1961-1990). Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Departamento Nacional de Meteorologia, 1992.

PEREIRA, J. C. D.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Y.
Propriedades da madeira do cedrinho japonês. Colombo:
Embrapa Florestas, 2003. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado
técnico, 88).

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. L.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH,
F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na
qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don.
Ciência Florestal, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

VASCONCELOS, A. C. *Cryptomeria japonica* vs. *Armillaria
mellea*: o impasse na luta. 2005. Disponível em: <[http://
www.isa.utl.pt/def/gemf/Cadeiras/melhoramento/
Cryptomeria%20japonica%20AnaKatia%20.pdf](http://www.isa.utl.pt/def/gemf/Cadeiras/melhoramento/Cryptomeria%20japonica%20AnaKatia%20.pdf)>. Acesso em: 11
set. 2006.

VIBRANS, A. C. **Dendrologia.** Blumenau: FURB, Depto. de
Engenharia Florestal, 2004. Apostila. Disponível em: <[http://
www.furb.br/florestal/dendrologia/arquivos/
Apostila_Dendro_2005.pdf](http://www.furb.br/florestal/dendrologia/arquivos/Apostila_Dendro_2005.pdf)>. Acesso em: 11 set. 2006.

Recebido em 20 de março de 2007 e aprovado em 18 de maio de 2007