**VOLUME DE MADEIRA DE *Pinus taeda* L.
EM DIFERENTES ESPAÇOS VITAIS DE CRESCIMENTO¹**

WOOD VOLUME OF *Pinus taeda* L. AT DIFFERENT GROWING SPACINGS

Rodrigo LIMA^{2, 5}; Sebastião do Amaral MACHADO³; Afonso FIGUEIREDO FILHO⁴;
Mario Takao INOUE⁴; João Maurício PACHECO⁴

RESUMO – *Pinus taeda* L. é uma das espécies do gênero *Pinus* mais plantadas na região Sul do Brasil por apresentar excelente crescimento e ótima adaptação às condições climáticas e de solo. Essa espécie é utilizada em larga escala, principalmente para a produção de celulose, construção civil, laminação, produção de móveis, particulados e serraria. Objetivou-se avaliar a produção volumétrica de *Pinus taeda* L. em diferentes espaços vitais de crescimento (entre 1 m² e 16 m² por planta) propiciados por nove diferentes espaçamentos entre árvores de um ensaio em cinco blocos ao acaso. O trabalho baseou-se nas medidas de altura e DAP em 25 árvores internas da parcela, aos sete anos após plantio das mudas oriundas de pomar de sementes clonal. Valores estimados de volume por hectare foram inversamente proporcionais ao aumento do espaço vital, alcançando entre 74,2 e 274,8 m³/ha. Os incrementos médios em volume atingiram entre 10,60 e 39,25 m³/ha/ano. Concluiu-se que, se o objetivo é a produção volumétrica mesmo com diâmetros pequenos, deve-se optar por espaços vitais menores. Quando se deseja maiores diâmetros, a opção é por espaços maiores. No presente caso, o melhor compromisso entre produção volumétrica e diâmetros grandes pode estar nos espaços vitais intermediários, entre 5 e 8 m² para cada árvore.

Palavras-chave: *Pinus*; espaçamento; produção florestal; incremento anual.

ABSTRACT – *Pinus taeda* L. is one of the most *Pinus* species planted in southern Brazil, because it presents excellent growth and optimum adaptation to climatic and soil condition. The species is used in large scale, mainly for cellulose production, construction, laminating, production of furniture, particulates and sawmill. It was aimed to evaluate the *Pinus taeda* L. volumetric production at different growth vital spaces (ranging 1 m² and 16 m² per plant) provided by nine different spacings between plants, the trial was installed in a randomized blocks with five replications. The study was based on height and DBH measurements of 25 internal trees in the plot at seven years after seedlings planting from seeds of clonal orchard. The estimated volume per hectare was inversely proportional to increase of vital spaces, ranging from 74.2 to 274.8 m³/ha. The increases in average volume reached between 10.60 and 39.25 m³/ha/year. It follows that, if the aim is the volumetric production despite of a small diameter, small vital spacing should be chosen. If the larger diameter is desired, larger vital spacing should be the option. In the present case, the best compromise between volume production and large diameters may be in the vital intermediate spaces, between 5 and 8 m² for each tree.

Keywords: *Pinus*; spacing; forestry production; annual increment.

¹Recebido para análise em 07.07.15. Aceito para publicação em 01.12.15.

²SENAI – Faculdade de Tecnologia da Indústria, Av. Presidente Kennedy, 66, Centro, 84260-400 Telêmaco Borba, PR, Brasil.

³Universidade Federal do Paraná – UFPR, Av. Lothário Meissner, 900, Jd. Botânico, 80210-170 Curitiba, PR, Brasil.

⁴Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, PR 153, Km 7, Riozinho, 84500-000 Irati, PR, Brasil.

⁵Autor para correspondência: Rodrigo Lima – rodrigo.lima@pr.senai.br

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro tem papel fundamental no fornecimento de madeira para produção de energia e matéria-prima para a indústria de construção civil e de transformação. Na análise feita por Vasques et al. (2007), a atividade do reflorestamento com *Pinus* tem contribuído para a conservação de nossas florestas naturais, pois a utilização de matéria-prima de reflorestamento substitui com vantagens, em alguns segmentos industriais, a madeira das florestas naturais, cada vez mais controladas pelas autoridades. Assim, o reflorestamento resolve dois problemas ao mesmo tempo: o da demanda por matéria-prima de rápido crescimento e a conservação do ambiente.

As primeiras sementes de *Pinus taeda* foram introduzidas no Brasil em 1936 pelo Serviço Florestal, atualmente Instituto Florestal de São Paulo (Kronka et al., 2005). Segundo Shimizu (2006), em 1948, por meio do Serviço Florestal do Estado de São Paulo, foram introduzidas no país, para ensaios, as espécies americanas conhecidas nas origens como “pinheiros amarelos”, entre essas espécies o *Pinus taeda*.

Nos primeiros reflorestamentos de *Pinus*, no Sul do Brasil, entre as décadas de 1960 e 1970, geralmente o espaçamento utilizado nos plantios com *Pinus* era de 2,0 m x 2,0 m. Com o passar do tempo e a diversificação na utilização florestal, tal atividade evoluiu para espaçamentos maiores (em geral, 2,5 m x 3,5 m, entre outros). Sabe-se que em espaçamentos maiores, maior também é a formação de galhos, o que pode trazer eventuais prejuízos à produção de madeira para laminação e serraria, que demandam madeira livre de nós (Sutton, 1970). Em tais espaçamentos, pode ocorrer maior acúmulo de madeira juvenil em relação a espaçamentos menores, e que, em idade de corte final, pode influenciar na qualidade tecnológica da madeira, como mostra a revisão conduzida por Haselein et al. (2000).

O espaço vital de crescimento pode afetar também o desenvolvimento dos ramos, conforme constatado por Inoue et al. (2009), que demonstraram que espaços vitais mais largos propiciaram desenvolvimento de ramos mais grossos. A disponibilidade do espaço vital de crescimento pode afetar também o comportamento fisiológico de plantas, expresso em outras variáveis, como, por exemplo, a produção de casca verde em *Acacia mearnsii* De Wild relatada por Klein et al. (1992), que demonstraram a maior produção em espaçamentos menores.

Para Pacheco et al. (2015), a variável mais importante junto ao diâmetro das árvores em um plantio florestal é sem dúvida o volume por hectare, que representa a produção por unidade de área ou o estoque existente em um dado momento da floresta.

Segundo Scolforo (1998), quando o povoamento é muito denso o espaço para o crescimento de cada árvore é reduzido, retardando o crescimento e desenvolvimento da planta, comprometendo, assim, o desenvolvimento radicial e da copa, afetando diretamente a qualidade e quantidade da produção. A decisão sobre o espaçamento a ser adotado constitui a primeira prática silvicultural que poderá influenciar nas propriedades da futura árvore (Kronka et al., 2005).

Atualmente, com o desenvolvimento de tecnologias industriais, a utilização de madeira de diferentes dimensões possibilita que se aproveite matéria-prima juvenil. É conhecido que a maior parte dos custos de implantação de florestas ocorre na fase juvenil das árvores (implantação e tratamentos culturais). Além de outros fatores de sítio e clima, o espaço vital requerido pela árvore num talhão é de extrema importância, principalmente nessa fase do crescimento. Assim, o uso de espaçamentos menores abre possibilidades de produção mais eficaz por área plantada, diminuindo os custos do empreendimento.

O objetivo deste estudo foi analisar o efeito de diferentes espaços vitais de crescimento na produção volumétrica de *Pinus taeda* L. com sete anos de idade, com vistas a discutir possíveis alternativas ideais de espaço vital para esta espécie na situação de competição em talhões.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O objeto de estudo do presente trabalho foi um experimento implantado no ano de 2002 no Campus Universitário de Irati. O município de Irati encontra-se a 156 km da cidade de Curitiba, capital do Paraná. Está localizado na região sudeste do estado, entre as coordenadas geográficas 25°27'56" de latitude Sul com interseção com o meridiano 50°37'51" de longitude Oeste.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é definido como Cfb Subtropical Úmido Mesotérmico, de verões frescos, geadas severas e frequentes, sem estação seca. A média das temperaturas dos meses mais frios são inferiores a 11 °C e dos meses mais quentes inferiores a 24,2 °C (Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR, 2013).

Na área do experimento o solo foi classificado de acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2006) e definido como Neossolo Regolítico Distro úmblico léptico (RRdh), com textura muito argilosa (Lima et al., 2009).

Foram utilizadas mudas de *Pinus taeda* L. oriundas de sementes clonais doadas pela empresa Klabin Monte Alegre, plantadas manualmente em terreno após passagem de grade florestal, em covas abertas com sacho. Considerando a declividade do terreno, o experimento foi planejado usando delineamento em blocos ao acaso com cinco repetições, dispostos paralelamente à declividade. Para simular diferentes espaços vitais de crescimento, foram utilizados nove tratamentos de espaçamento entre mudas: 1,0 m x 1,0 m; 2,0 m x 1,0 m; 2,0 m x 2,0 m; 3,0 m x 2,5 m; 3,0 m x 3,0 m; 3,5 m x 3,0 m; 4,0 m x 3,0 m; 4,0 m x 3,5 m e 4,0 m x 4,0 m, que geraram espaços vitais para cada árvore, respectivamente, de 1,0 m², 2,0 m², 4,0 m², 7,5 m², 9,0 m², 10,5 m², 12,0 m², 14,0 m² e 16,0 m².

Segundo Inoue et al. (2011), em função das características do terreno, o experimento foi implantado em parcelas de dimensões distintas, considerando, no sentido do bloco, independentemente

do tratamento, a quantidade fixa de oito plantas. Assim, por exemplo, o Tratamento 1 (1,0 m x 1,0 m) tem sete metros de distância entre a primeira e a oitava planta, enquanto o Tratamento 9 (4,0 m x 4,0 m) tem 28 m de distância entre a primeira e a oitava planta. No sentido entre blocos, as parcelas têm comprimento fixo de 28 metros e quantidade diferente de plantas em função do tratamento. As árvores pertencentes ao experimento não foram submetidas às operações de poda e desbaste até os sete anos de idade.

2.2 Coleta de Dados

O presente trabalho baseia-se nos dados medidos quando as plantas tinham sete anos de idade após plantio, em 2009. Foram consideradas as medidas de altura total (clinômetro eletrônico *Haglöf*) e CAP (fita métrica comum) das 25 árvores internas de cada parcela, posteriormente transformado em DAP (diâmetro a 1,3 m do solo). Foram avaliadas, neste estudo, somente árvores que sofreram processo normal de competição, ou seja, árvores de bordadura não foram mensuradas.

A estimativa do volume foi feita individualmente, usando o valor 0,5 para compensação do fator de forma, ou seja, multiplicou-se a área transversal de cada árvore pela altura total e depois pelo fator de forma.

2.3 Análises Estatísticas

As estatísticas foram feitas tomando-se a média da parcela (25 árvores). A estimativa da produção volumétrica por hectare e o incremento médio anual por hectare foram baseados na área de cada parcela e extrapolados para o hectare, em que se desconsiderou a taxa de mortalidade. Após o teste de Bartlett, os dados foram logaritimizados para homogeneizar a variância. Para a interpretação das relações entre variáveis dendrométricas foram calculadas regressões. As análises das variâncias foram executadas com o programa *Sigma*, enquanto as demais estatísticas foram efetuadas com o programa *Statgraphics Plus* 5.1. A comparação entre médias foi feita pelo teste *least significant difference* (LSD) de Fischer, sempre ao nível de 95% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desempenho em Volume

Os diferentes espaçamentos causaram efeitos significantes no acúmulo em volume de madeira do fuste das árvores de *Pinus*, calculado no sétimo ano após o plantio. As médias dos valores obtidos nos cálculos estão representadas na Tabela 1.

Os valores mais elevados de volume de

madeira por hectare foram alcançados pelas árvores dos espaços vitais menores, ou seja, 1 e 2 m² por árvore. Pacheco et al. (2015) trabalharam com o mesmo experimento e analisaram os dados até a idade de 9 anos, utilizando-se da análise completa de tronco (ANATRO). Segundo os autores, o volume por hectare foi afetado pelo espaçamento e diferenças entre tratamentos foram constatadas a partir do quinto ano de idade, em que os espaçamentos de 1 e 2 m² apresentaram a maior produção.

Tabela 1. Média do volume estimado (m³/ha), desvio padrão e coeficiente de variação de *Pinus taeda* L. aos sete anos de idade em função dos espaçamentos usados.

Table 1. Mean of estimated volume (m³/ha), standard deviation and coefficient of variation of *Pinus taeda* L. at age seven in relation to used spacing.

Espaçamento (m x m)	Espaço vital (m ²)	Volume estimado (m ³ /ha)	Desvio padrão (m ³ /ha)	Coeficiente de variação (%)
1,0 x 1,0	1,0	274,8 a	110,7	40
2,0 x 1,0	2,0	265,3 a	54,6	20
2,0 x 2,0	4,0	173,2 b	33,9	19
3,0 x 2,5	7,5	122,6 c	19,8	16
3,0 x 3,0	9,0	117,6 c	24,3	20
3,0 x 3,5	10,5	101,5 c	19,9	19
4,0 x 3,0	12,0	100,0 c	14,5	14
4,0 x 3,5	14,0	92,6 cd	13,7	14
4,0 x 4,0	16,0	74,2 d	17,6	23

Valores seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de $p < 0,05$ pelo teste LSD de Fisher.

Values followed by the same letter do not differ at $p < 0.05$ by Fisher's LSD test.

Um grupo homogêneo de volume de madeira por hectare foi constituído pelas árvores dos espaços entre 7,5 a 14 m² por árvore. O espaço vital com 14 m² também apresentou semelhança estatística quando comparado ao tratamento com espaço vital mais amplo (16 m²). O menor volume de madeira por hectare foi alcançado pelas árvores do maior espaço vital, atingindo apenas 27% do

volume mostrado pelas árvores do menor espaçamento. Os resultados apontam para certo controle estatístico do experimento, com coeficientes de variação entre 14% e 40%, o que, para dados obtidos em campo para espécies florestais, pode ser considerado bom. A tendência de maiores volumes de fuste em espaçamentos menores foi comprovada pela análise de regressão, mostrada na Figura 1.

Figura 1. Regressão entre volume por hectare e espaço vital de *Pinus taeda* L. aos sete anos.

Figure 1. Regression between volume per hectare and vital space of *Pinus taeda* L. at age seven.

A regressão ($R^2 = 0,73$), altamente significativa entre o volume/ha e o espaço vital, confirma a tendência verificada de menores valores desta variável nos espaçamentos maiores. Tal resultado deve-se ao maior número de árvores por unidade de área nos espaçamentos menores, porém, todas de diâmetro pequeno. Esses resultados apresentam implicações ecológicas e silviculturais importantes, pois ensinam aspectos de ocupação da área produtiva.

Combinados com uma área basal maior e respectivo volume maior, os espaçamentos menores propiciaram às árvores um aproveitamento maior dos fatores de produção, como luz, água, nutrientes, entre outros, quando comparadas com as árvores dos espaçamentos maiores que, não obstante a disponibilidade de um espaço vital maior, não foram capazes de desenvolver uma área basal maior nem a produção de um volume maior por hectare. No entanto, considerando-se o desempenho por árvore, os indivíduos que cresceram no espaçamento mais apertado apresentaram,

em média, volume equivalente a apenas 23% do volume alcançado pelas árvores que cresceram no espaçamento maior.

O experimento demonstra que pode existir um ponto de compromisso entre o espaço vital disponível para crescimento e o respectivo comportamento das árvores, levando-se em consideração a qualidade do produto desejável: os espaços vitais apertados propiciam uma produção volumétrica maior com árvores de menor diâmetro, enquanto os espaços vitais muitos largos propiciam árvores com diâmetros maiores, contudo a produção de volume por unidade de área é menor. Para algumas aplicações, interessa só o volume, para outras, árvores mais grossas. No presente caso, o melhor compromisso entre produção volumétrica e diâmetros maiores pode estar nos espaços vitais intermediários, entre 5 m² e 8 m², como mostra a Figura 2.

Figura 2. Intersecção aproximada dos valores médios de DAP e de volume relacionados aos espaços vitais por árvore.

Figure 2. Approximate intersection of average values of DBH and volume in relation to vital space per tree.

O ponto de melhor compromisso entre diâmetro individual e volume por hectare está no espaço vital de aproximadamente 5 m², que mostra DAP médio acima de 13 cm e volume por hectare em torno de 200 m³. Em espaço vital equivalente a 8 m², já se pode encontrar árvores com DAP maior do que 15 cm e um volume acumulado de aproximadamente 130 m³ por hectare. Em espaçamentos maiores, encontram-se árvores mais grossas, no entanto, o volume produzido por hectare diminui sensivelmente. Em espaçamentos menores, ocorre o inverso. Nos intervalos considerados, pode-se esperar o incremento do DAP entre 1,85 e 2,14 cm por ano e o incremento em volume entre 28,5 e 18,5 m³ por ha/ano.

Notou-se, no presente estudo, que, embora espaços vitais mais reduzidos produzam árvores mais finas, estas tendem a apresentar conicidade menor, enquanto árvores com maior espaço vital disponível tendem a aumentar o diâmetro nas partes inferiores, conforme constatado por Andrade et al. (2007) quando analisaram o crescimento ao longo do fuste de árvores com 34 anos de idade submetidas a desbastes. Essa tendência foi igualmente comprovada por Nogueira et al. (2008) em árvores com 15 anos de idade no Planalto Serrano do Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil.

O estudo realizado por Gomes et al. (1997), em *P. taeda* com 8 anos de idade, na Fazenda Lageado, no município de Jaguariaíva, Paraná, revelou um volume estimado de 254 m³/ha no espaço vital menor (3 m²/árvore) e 173 m³/ha no espaço maior (11 m²/árvore). Considerando os tratamentos aproximadamente equivalentes, tais valores são maiores do que os obtidos no presente experimento para o espaço vital maior, enquanto para o espaço mais apertado, os volumes são comparáveis. Por sua vez, os resultados apresentados por Leite et al. (2006) no Planalto Serrano de Santa Catarina, são menores do que os do presente estudo, para a mesma espécie:

menor do que 200 m³/ha nos espaços mais apertados e em torno de 50 m³/ha no maior espaço vital testado, que foi de 7,5 m²/árvore.

3.2 Desempenho em Incremento Médio Anual

Valores dendrométricos, medidos ou interpolados em relação ao tempo, servem para interpretar o potencial de crescimento de árvores em talhão. No presente caso, os incrementos anuais foram obtidos aos sete anos divididos pela idade do plantio. Os valores das estatísticas do incremento médio anual para volume estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios de incremento anual – IMA para volume, com os respectivos desvio padrão e coeficiente de variação, de *Pinus taeda* L. aos sete anos de idade em função dos espaçamentos usados.

Table 2. Average values of annual increment – IMA, for volume with the respective values of standard deviation and coefficient of variation of *Pinus taeda* L. at age seven in relation to used spacing.

Espaçamento (m x m)	Espaço vital (m ²)	IMA (m ³ /ha/ano)	Desvio padrão (m ³ /ha/ano)	Coeficiente de variação (%)
1,0 x 1,0	1,0	39,25 a	0,16	10
2,0 x 1,0	2,0	37,89 a	0,10	6
2,0 x 2,0	4,0	24,78 b	0,08	6
3,0 x 2,5	7,5	17,52 c	0,07	6
3,0 x 3,0	9,0	16,80 c	0,08	7
3,0 x 3,5	10,5	14,50 c	0,07	7
4,0 x 3,0	12,0	14,28 c	0,06	5
4,0 x 3,5	14,0	13,22 cd	0,06	6
4,0 x 4,0	16,0	10,60 d	0,11	11

Valores seguidos pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de $p < 0,05$ pelo teste LSD de Fisher.

Values followed by the same letter do not differ at $p < 0.05$ by Fisher's LSD test.

O IMA em volume de madeira variou entre 10,60 a 39,25 m³/ha/ano, o que indica um bom desempenho da espécie nas condições do experimento, ou seja, em espaçamentos mais apertados, recomendado quando o objetivo é meramente a produção volumétrica.

Lima et al. (2013) encontraram diferença entre tratamentos de mais de 28 m³/ha/ano confirmando, assim, maior propensão de maiores incrementos anuais em volume conforme a redução do espaço vital disponível, como constatado neste estudo.

Leite et al. (2006) apresentaram para o IMA em volume um valor máximo de 21,5 m³/ha/ano aos sete anos de idade e de 39,3 m³/ha/ano para a idade de 14 anos. Para a idade mais jovem, os valores são comparáveis com os do presente trabalho. No teste de procedências de *P. taeda* em espaço vital de 6,25 m² apresentado por Shimizu e Higa (1981), aos seis anos de idade, o IMA para volume de madeira variou entre 5,28 a 26,64 m³/ha/ano. Mesmo considerando a diferença de um ano de idade, os valores do presente trabalho mostraram-se compatíveis (17,52 m³/ha/ano no espaço de 7,5 m² e 24,78 m³/ha/ano no espaço de 4 m²).

Segundo os estudos de Mainardi et al. (1996), podem existir diferenças significantes no desempenho da espécie em foco em função das características do sítio. Sabe-se que após alguns anos de crescimento da floresta, as árvores entram em competição por água, luz e nutrientes. Nesse aspecto, conforme Balloni e Simões (1980), espera-se que os fatores bióticos do sítio (climáticos, edáficos e fisiográficos) influenciem na escolha do espaçamento. Segundo os autores, locais mais secos e/ou com solos de baixa fertilidade geralmente apresentam tendências a suportar um número menor de plantas por área quando comparados a locais mais húmidos e férteis.

Os resultados das análises do efeito do espaço vital sobre o volume por hectare, aos 7 anos de idade, foram similares aos resultados obtidos por Fahler et al. (1986) avaliando um ensaio de densidade populacional, aos 8 anos, e também por Costas et al. (2003; 2004) estudando um experimento com *Pinus taeda* L., aos 5 e 6 anos de idade.

Pinkard e Neilsen (2003) relataram que o volume total do povoamento por unidade de área, no decorrer do tempo, aumenta com a maior densidade do espaçamento, a expensas de um menor volume individual por árvore. Botelho (1998) e Oliveira Neto et al. (2003) também verificaram a ocorrência de maior produção por unidade de área nos espaçamentos mais reduzidos, em função do maior número de indivíduos, confirmando os resultados obtidos no presente trabalho.

4 CONCLUSÕES

Considerando-se as condições do experimento com *Pinus taeda* L. na idade de sete anos, pode-se concluir:

1. a produção em volume por hectare é inversamente proporcional ao aumento do espaço vital disponível;
2. no presente caso, o melhor compromisso entre produção volumétrica e diâmetros grandes pode estar nos espaços vitais intermediários, entre 5 m² e 8 m² para cada árvore;
3. diferença entre tratamentos de mais de 28 m³/ha/ano confirma a tendência de maiores incrementos anuais em volume para espaço vital disponível menor;
4. o trabalho apresenta indicadores dendrométricos que servem para balizar decisões de ordem silvicultural, principalmente quanto ao espaçamento inicial. Se o objetivo é a produção volumétrica, mesmo com diâmetros menores, deve-se optar por espaços vitais menores. Para árvores com diâmetros maiores, recomenda-se espaços vitais mais largos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C.M. et al. Variação do incremento anual ao longo do fuste de *Pinus taeda* L. em diferentes idades e densidades populacionais. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 3, p. 239-246, 2007.

BALLONI, E.A.; SIMÕES, J.W. **O espaçamento do plantio e suas implicações silviculturais**. Piracicaba: IPEF, 1980. 16 p. (Série Técnica, 3).

BOTELHO, S.A. Espaçamento. In: SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p. 381-406.

COSTAS, R. et al. Efectos de la densidad de plantación y la altura de poda sobre la producción de *Pinus taeda* L. a los 5 años de edad. **Floresta**, v. 33, n. 1, p. 79-97, 2003.

_____. et al. Efectos de la densidad de plantación y la altura de poda sobre la producción de *Pinus taeda* L. a los 6 años de edad. **Forestal Venezolana**, n. 48, v. 1, p. 117-125, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412 p.

FAHLER, J.C. et al. **Comportamiento de 10 diferentes densidades de plantación inicial en *P. taeda* a los 8 años de edad en suelos del complejo 9 (C.A.R.T.A.) en la provincia de Misiones: E. E. A. Misiones.** Misiones: INTA, 1986. 14 p. (Informe Técnico, n. 46).

GOMES, F.S.; MAESTRI, R.; SANQUETTA, C.R. Avaliação da produção em volume total e sortimento em povoamentos de *Pinus taeda* L. submetidos a diferentes condições de espaçamento inicial e sítio. **Ciência Florestal**, v. 7, n. 1, p. 101-126, 1997.

HASELEIN, C.R. et al. Características estruturais da madeira de *Pinus elliottii* Engelm aos 30 anos de idade. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 135-144, 2000.

INOUE, M.T. et al. Growth of *Pinus taeda* L. at early stage as function of vital space. In: WORLD FORESTRY CONGRESS, 13., 2009, Buenos Aires. **Program of the XIII World Forestry Congress**. Buenos Aires: FAO, 2009. p. 805.

_____.; FIGUEIREDO FILHO, A.; LIMA, R. Influência do espaço vital de crescimento na altura e diâmetro de *Pinus taeda* L. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 91, p. 377-385, 2011.

KLEIN, J.E.M.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Produção de madeira e casca de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild) em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**, v. 2, n. 1, p. 87-97, 1992.

KRONKA, F.J.N.; BERTOLANI, F.; PONCE, R.H. **A cultura do Pinus no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005. 160 p.

LEITE, H.G.; NOGUEIRA, G.S.; MOREIRA, A.M. Efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 603-613, 2006.

LIMA, R. et al. Carbono orgânico no solo em função do espaço vital de crescimento de *Pinus taeda* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009. **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. v. 1, p. 463-583.

LIMA, R. et al. Efeito do espaçamento no desenvolvimento volumétrico de *Pinus taeda* L. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 2, p. 223-230, 2013.

MAINARDI, G.L.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Produção de *Pinus taeda* L. na região de Cambará do Sul, RS. **Ciência Florestal**, v. 6, n. 1, p. 39-52, 1996.

NOGUEIRA, G.S. et al. Influência do espaçamento inicial sobre a forma do fuste de árvores de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, v. 32, n. 5, p. 855-860, 2008.

OLIVEIRA NETO, S.N. et al. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 15-23, 2003.

PACHECO, J.M. et al. Efeito da densidade inicial no crescimento de *Pinus taeda* L. na região Centro-Sul do Paraná. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 106, p. 353-365, 2015.

PINKARD, E.A.; NEILSEN, W.A. Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. **Forest Ecology and Management**, v. 172, n. 2/3, p. 215-227, 2003.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal**. Lavras: Universidade Federal de Lavras – UFLA/FAEPE, 1998. 438 p.

SHIMIZU, J.Y. *Pinus* na silvicultura brasileira. **REMADE**, v. 16, n. 99, p. 4-14, set. 2006.

_____.; HIGA, A.R. Variação racial do *Pinus taeda* L. no Sul do Brasil até o sexto ano de idade. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 2, p. 1-25, 1981.

SISTEMA METEOROLÓGICO DO PARANÁ – SIMEPAR. **Clima**. 2013. Disponível em: <<http://www.simepar.br/site/internas/conteudo/meteorologia/tempo.jsp?id=4110706>> Acesso em: 20 jan. 2013.

LIMA, R. et al. Volume de madeira de *Pinus taeda* L.

SUTTON, W.R.J. Effects of initial spacing on branch size – a summary of results do date. In: SUTTON, W.R.J. (Ed.). **FRI Symposium Nr. 12, Pruning and Thinning Practice**. Rotorua: New Zealand Forest Service Institute, 1970. p. 106-107.

VASQUES, A.G. et al. Uma síntese da contribuição do gênero *Pinus* para o desenvolvimento sustentável no Sul do Brasil. **Floresta**, v. 37, n. 3, p. 445-450, 2007.