

## Resumo

A avaliação de incremento diamétrico inicial em diferentes espécies de *Pinus* foi realizada em uma área pertencente à Ibema Cia Brasileira de Papel na Fazenda Festugato, na região Central do Estado do Paraná. Foram avaliadas espécies do gênero *Pinus* (*Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf., *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus elliottii* Engelm. e *Pinus taeda* L.), com idade de 4 anos, espaçamento inicial de 2,50 x 2,00 m. Para tanto, instalaram-se 12 unidades amostrais, cada unidade amostral com área de 360 m<sup>2</sup> e 3 repetições por espécie. O estudo tem objetivo comparar o desenvolvimento de duas espécies implantadas em grande escala na região “*P. elliottii* Engelm. e *P. taeda* L.” e duas espécies tropicais “*P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. e *P. oocarpa* Schiede”, bem como comparar com resultados de pesquisa de outros trabalhos em outras regiões. Foi realizado em computador teste de Bartlett, análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para as variáveis sobrevivência, diâmetro e área basal. Através dos resultados obtidos, comprova-se que o *P. taeda* L. é a espécie mais produtiva para a região, seguida pelo *P. oocarpa* Schiede, *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. e *P. elliottii* Engelm.. O *P. taeda* L. perde incremento diamétrico quando comparado ao *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. e *P. oocarpa* Schiede em regiões mais quentes. O *P. taeda* L. é a espécie a ser implantada na região sul do Brasil, bem como o *P. oocarpa* Schiede e *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. devem ser implantados em regiões mais quentes (Região Sudeste do Brasil).

**Palavras-chave:** Crescimento; reflorestamento; gênero *Pinus*

## Evaluación de aumento diámetro inicial en diferentes especies de pinos en la región de Santa Maria do Oeste (PR)

### Resumen

La evaluación de aumento del diámetro inicial de las diferentes especies de pino se llevó a cabo en un área que pertenece a Ibema en Cia. Brasileira de Papel, hacienda Festugato, en la región central del estado de Paraná. Se evaluaron las especies del género *Pinus* (*Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf., *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus elliottii* Engelm. y *Pinus taeda* L.), de 4 años, el espacio inicial de 2,50 x 2,00 m. Con este fin, se establecieron 12 unidades de muestreo, cada una con superficie de 360 m<sup>2</sup> y 3 repeticiones por especie. El estudio es comparar el desarrollo de dos especies plantadas a gran escala en la región “*P. elliottii* Engelm. y *P. taeda* L.” y dos especies tropicales “*P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. y *P. oocarpa* Schiede” y comparar con los resultados de investigaciones en otras regiones. Se realizó prueba de Bartlett, análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para las variables supervivencia, diámetro y área basal. Con los resultados obtenidos, se comprobó que la especie *P. taeda* L. es más productivo para la región, seguido por *P. oocarpa* Schiede, *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. y *P. elliottii* Engelm. El *P. taeda* L. pierde incremento diámetro en comparación con *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. y *P. oocarpa* Schiede en las regiones más cálidas. El *P. taeda* L. es la especie que debe ser plantada en el sur de Brasil, y *P. oocarpa* Schiede y *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. son más indicados para las regiones más cálidas (sudeste de Brasil).

**Palabras clave:** Crecimiento, reforestación, *Pinus*

### Introdução

O gênero *Pinus*, da família das Pinaceae, é composto por plantas lenhosas, em geral arbóreas, de

## Avaliação de incremento diamétrico inicial em diferentes espécies de *Pinus* na região de Santa Maria do Oeste (PR)

Edson Luis Serpe<sup>1</sup>, Luciano Farinha Watzlawick<sup>2</sup>

altura que varia de 3 a 50 m. As plantas têm tronco reto, mais ou menos cilíndrico e copa em forma de cone. Possuem folhas em forma de acículas, agrupadas

1 Engenheiro Florestal, Coordenador Florestal - Planejamento de Operações Florestais da Ibema Cia Brasileira de Papel, Rua Beira Rio nº 03 - Faxinal da Boa Vista - 85.150-000 Turvo/PR. E-mail: serpe@ibema.com.br - serpe.forest@ig.com.br

2 Prof. Adjunto do Departamento de Agronomia da Unicentro. E-mail: farinha@unicentro.br

em fascículos. Sua madeira apresenta massa específica que varia de 400 a 520 kg m<sup>-3</sup>. A cor da madeira do cerne varia do amarelo-claro ao alaranjado ou castanho avermelhado (LIMA et al., 1988 citado por MORAIS et al., 2005).

As espécies de *Pinus* introduzidas no Brasil são provenientes, principalmente, dos Estados Unidos, embora inicialmente fossem oriundas da Europa. Elas ocorrem naturalmente na América do Norte, na América Central, no norte da Europa e a Ásia (MORAIS et al., 2005).

O gênero *Pinus* tem sido utilizado pelo homem desde os tempos mais remotos. Theophrastus (370-285 a.C.), em seu inquérito sobre plantas, escreveu sobre a morfologia desse gênero, sua reprodução e utilidade para o homem (MIROV, 1967 citado por TONINI, 2000).

***P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf.:**

Ocorre ao longo das terras baixas e úmidas da Costa Atlântica, principalmente nas planícies costeiras de Belize, nordeste de Honduras e Nicarágua. Existe grande descontinuidade na sua distribuição, particularmente ao longo da costa norte de Honduras, onde as altas cadeias de montanhas aproximam-se do mar, em latitudes compreendidas entre 12° e 18° N e altitudes entre 0 a 1000 m. O regime de chuvas é periódico, podendo ocorrer, em alguns locais, períodos secos com duração de até 6 meses.

A temperatura média anual varia de 21 °C a 27 °C, a média das máximas do mês mais quente, entre 29 °C e 34 °C e a média das mínimas do mês mais frio, entre 15 °C e 23 °C. Os solos são arenosos, bem drenados, ácidos ou neutros, podendo ocasionalmente suportar curtos períodos de alagamento, alcançando seu melhor crescimento nos solos de aluvião (GREAVES, 1983 citado por SAMPAIO, 1996).

As árvores dessa espécie podem atingir até 45 m de altura e DAP (diâmetro à altura do peito) de 1,35 m em sítios de ótima qualidade. Possuem 2 a 3 acículas por fascículo, cones de 4 a 12 cm de comprimento, sementes aladas e casca marrom. A sensibilidade ao frio é condição limitante para essa espécie. Em seu habitat natural raramente a temperatura mínima alcança 5°C. A qualidade de sítio também influencia o desenvolvimento dessa espécie (SAMPAIO, 1996).

***P. oocarpa* Schiede:** É amplamente distribuído na América Central. Ocorre no México, Belize, Guatemala, Honduras e Nicarágua. Na Guatemala apresenta uma distribuição altitudinal, entre 1500 a 2100 m, no México e de 250 a 2400 m, conforme descreve Sampaio (1996). Entretanto, estudos mais recentes descrevem que a maioria das áreas de ocorrências naturais estão situadas entre 700 a 1500 m (DVORAK, 1992 citado por SAMPAIO, 1996).

A precipitação varia de 750 a 1500 mm, com período seco de 2 a 6 meses por ano. A temperatura média varia entre 13 °C a 21 °C, a temperatura média das máximas do mês mais quente varia entre 20 °C e 30 °C, e a temperatura média das mínimas do mês mais frio oscila entre 8°C e 16 °C. A espécie ocorre em solos ácidos e neutros, rasos e de drenagem livre (SAMPAIO, 1996).

A madeira é moderadamente pesada, com boas características tecnológicas, com densidade entre 0,45 e 0,60 g/cm<sup>3</sup>, podendo ser utilizada para a produção de celulose de fibras longas, chapas de fibras e de partículas (BARRICHELO, 1984 citado por SAMPAIO, 1996).

***P. elliottii* Engelm.:** Possui como região de ocorrência natural, o Estado da Carolina do Sul até o oeste do Estado da Louisiana, em uma estreita faixa próxima ao Oceano Atlântico no sudoeste dos Estados Unidos (TONINI, 2000). Como espécie heliófila de crescimento rápido, goza de alta competitividade, atingindo alturas de 20 a 30 metros (máximo 40 metros), e um DAP de 60 a 90 cm (LAMPRECHT, 1990 citado por TONINI, 2000).

Tem preferência natural por solos ácidos e arenosos localizados, sobretudo, em baixadas e junto a cursos de água, bem como, áreas com lençol freático próximo a superfície (LAMPRECHT, 1990 citado por TONINI, 2000). Os solos mais recomendáveis no Brasil são os podzólicos e os latossolos mais argilosos, tendo o autor encontrado correlações positivas entre a qualidade do sítio e a soma de bases trocáveis e o teor de fósforo no solo (TONINI, 2000).

A temperatura média anual na região de origem oscila entre 15 °C e 24 °C, e os índices de precipitação variam de 650 a 2500 mm, com um período seco de no máximo 4 meses. É considerado bastante resistente às geadas e amplamente tolerante a ventos com elevados teores de sal (LAMPRECHT,

1990 citado por TONINI, 2000).

*P. taeda* L.: É a espécie mais abundante, amplamente adaptada e distribuída do sul dos Estados Unidos. Sua ocorrência se estende ao longo da Costa Atlântica de Maryland até a Flórida, no leste, e do Texas e Oklahoma no oeste (DUDA, 2003).

O clima da maioria das formações naturais é úmido, com temperatura variando de quentes a amenas, verões longos e quentes e invernos intermediários. A precipitação média anual varia de 1020 a 1520 mm. O período livre de geadas varia de cinco, na região norte, a dez meses na região costeira, no sudeste. A temperatura média anual varia de 13 °C a 24 °C. A temperatura média do mês mais quente (julho) é de 27 °C e freqüentemente excede 38 °C. A temperatura média do mês mais frio (janeiro) é de 4°C a 16 °C, podendo cair a -23 °C no norte e a oeste de sua área de ocorrência. Ocasionalmente ocorrem dias de chuva com mais de 13 mm ao dia e temperaturas altas no inverno.

O principal fator que limita a ocorrência da espécie ao norte são provavelmente as baixas temperaturas no inverno, associadas com danos pela neve, gelo e ainda danos pelo frio durante o período de florescimento da espécie. A falta de uma adequada precipitação no período de crescimento é provavelmente o fator que limita a ocorrência natural da espécie na região oeste, nos Estados de Oklahoma e Texas (BACKER, 1990 citado por DUDA, 2003).

Seu melhor crescimento ocorre em solos moderadamente ácidos com pouca drenagem superficial e camada superficial de textura média. Esses solos são comuns nas regiões mais elevadas da Planície Costeira Atlântica e também nas planícies alagadas e terraços de rios e córregos. Não crescem bem, entretanto, em locais muito molhados ou alagados, assim como em áreas com solos rasos ou erodidos. Na Planície Costeira Atlântica, a produtividade geralmente decresce com o aumento da drenagem superficial (BACKER, 1990 citado por DUDA, 2003).

## Materiais e métodos

A pesquisa foi instalada em uma área experimental permanente de 4,41 ha em setembro

de 2003 na área da Ibema - Cia Brasileira de Papel localizada na Fazenda Festugato, município de Santa Maria do Oeste, região central do Paraná.

A área experimental está localizada nas coordenadas geográficas 24° 50' 19" Latitude Sul e 51° 57' 36" Longitude Oeste, à altitude de 981 m, conforme Figura 1.

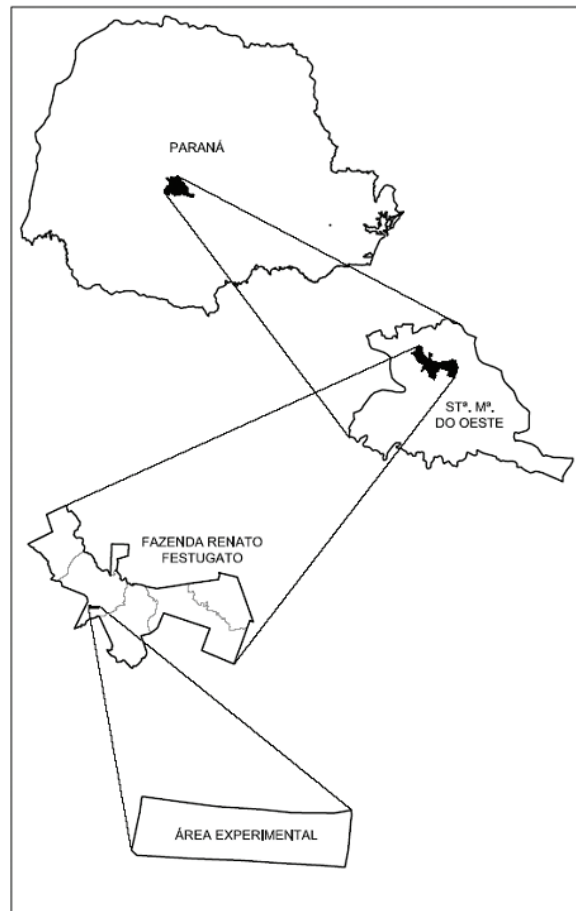
O experimento foi implantado com *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf., *P. oocarpa* Schiede, *P. elliottii* Engelm. e *P. taeda* com espaçamento inicial de 2,50 x 2,00 m totalizando 2000 árvores por ha. Na Figura 2 é apresentado o croqui da área experimental.

As mudas foram produzidas com sementes das seguintes procedências: *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. (PSC - Fazenda Morada Nova - Jaguariaíva - PR), *P. oocarpa* Schiede (PSC - Duratex - SP), *P. elliottii* Engelm. (PSC - Rigesa - SC) e *P. taeda* L. (PSC Rigesa - SC).

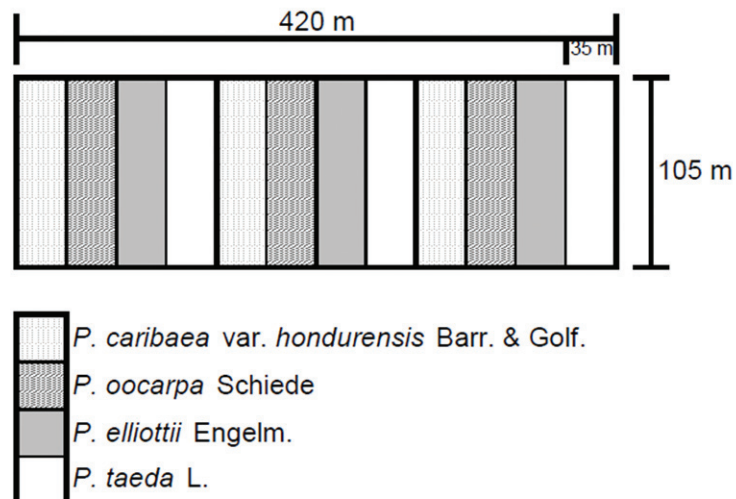
De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região onde o experimento está inserido é caracterizado como Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb), tendo os verões frescos e os invernos com a ocorrência de severas geadas, não possui estações secas (IAPAR, 2008a). A média regional das temperaturas máxima e mínima é de 23,5 °C e 12,7 °C, respectivamente. A precipitação média mensal é de 160,42 mm e umidade relativa média mensal do ar é de 77,6% (IAPAR, 2008b).

Predominam solos denominados Neossolos Litólicos Distróficos Típicos e Neossolos Litólicos Eutróficos chernossólicos (EMBRAPA, 2003). A vegetação natural da área em estudo destaca-se pela Floresta Ombrófila Mista ou floresta com araucária (IBGE, 1992), a qual cobria originalmente cerca de 200.000 Km<sup>2</sup> em todo o Brasil, ocorrendo nos Estados do Paraná (40% de sua superfície), Santa Catarina (31%) e Rio Grande do Sul (25%) e em manchas esparsas no Sul do Estado de São Paulo (3%), adentrando até o Sul dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%) (CARVALHO, 1994).

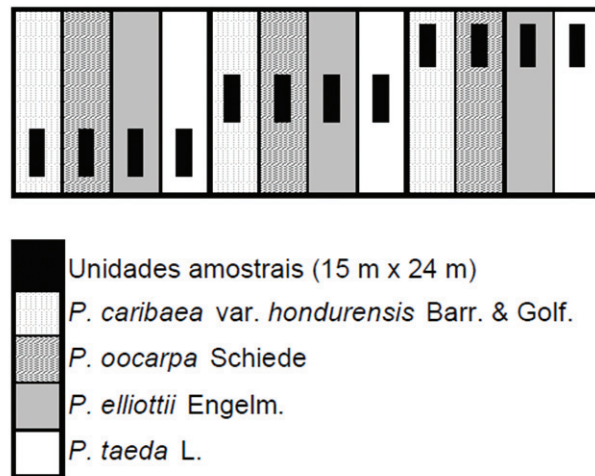
Utilizando-se a área experimental mencionada, definiu-se como método de amostragem o método de área fixa, com unidades amostrais com forma retangular e tamanho de 360 m<sup>2</sup> (15 m x 24 m). As unidades amostrais foram locadas utilizando processo de amostragem sistemática em toposeqüência, ou seja, acompanhando a declividade do terreno, utilizando-



**Figura 1.** Mapa de localização da área experimental. Guarapuava-PR, 2009.



**Figura 2.** Croqui da área experimental. Guarapuava-PR, 2009.



**Figura 3.** Croqui de posicionamento das unidades amostrais. Guarapuava-PR, 2009.

se para tanto uma unidade amostral para cada espécie em cada repetição, conforme Figura 3.

As unidades amostrais foram instaladas com trena, sendo o perímetro da unidade amostral demarcado com um círculo pintado em branco nas árvores das extremidades. A medição dos CAP's (circunferências à altura do peito) foi realizada à 1,30 m de altura com fita métrica em outubro de 2007, visando à conclusão de 4 anos de incremento.

Os dados provenientes da ficha de campo foram transferidos, tabulados, convertidos e analisados

em planilha eletrônica. Foram realizadas análises com teste de Bartlett, análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, para 1% de significância, aplicados as variáveis sobrevivência, diâmetro e área basal.

## Resultados e discussão

A avaliação estatística com a variância para a variável sobrevivência é apresentada na Tabela 1.

A avaliação estatística com teste de Bartlett para a variável sobrevivência, com objetivo de

**Tabela 1.** Resultados da variância para a variável sobrevivência. Guarapuava-PR, 2009.

| Tratamentos  | Blocos |        |         | Total   | Média  |
|--|--------|--------|---------|---------|--------|
|  | 1      | 2      | 3       |         |        |
| <i>P. elliotii</i> Engelm.                               | 144,68 | 248,84 | 648,15  | 1041,61 | 347,22 |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. & Golf. | 23,15  | 52,08  | 283,56  | 358,80  | 119,60 |
| <i>Pinus oocarpa</i> Schiede                             | 75,23  | 121,53 | 17,36   | 214,12  | 71,37  |
| <i>Pinus taeda</i> L.                                    | 40,51  | 23,15  | 75,23   | 138,89  | 46,30  |
| Total  | 283,56 | 445,60 | 1024,31 | 1753,47 |        |

**Tabela 2.** Resultados da análise com teste de Bartlett para a variável sobrevivência. Guarapuava-PR, 2009.

| Tratamentos  | gl | s <sup>2</sup> | log s <sup>2</sup> | gl x log s <sup>2</sup> | x <sup>2</sup> corr |
|--|----|----------------|--------------------|-------------------------|---------------------|
| <i>P. elliotii</i> Engelm.                               | 3  | 347,22         | 2,54               | 7,62                    | 8,11*               |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. & Golf. | 3  | 119,60         | 2,08               | 6,23                    |                     |
| <i>P. oocarpa</i> Schiede                                | 3  | 71,37          | 1,85               | 5,56                    |                     |
| <i>P. taeda</i> L.                                       | 3  | 46,30          | 1,67               | 5,00                    |                     |
| Total  | 12 | 584,49         |                    | 24,41                   |                     |
| Média  |    | 233,80         |                    |                         |                     |

gl: Graus de liberdade; s<sup>2</sup>: Variância; log s<sup>2</sup>: Logaritmo natural da variância; x<sup>2</sup> corr: Valor de x<sup>2</sup> calculado. \* Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro.

**Tabela 3.** Valores das médias em percentual para a variável sobrevivência. Guarapuava-PR, 2009.

| Tratamentos  | Blocos |        |        | Total   | Média |
|--|--------|--------|--------|---------|-------|
|  | 1      | 2      | 3      |         |       |
| <i>P. elliotii</i> Engelm.                               | 84,72  | 81,94  | 72,22  | 238,89  | 79,63 |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. & Golf. | 80,56  | 87,50  | 84,72  | 252,78  | 84,26 |
| <i>P. oocarpa</i> Schiede                                | 88,89  | 91,67  | 91,67  | 272,22  | 90,74 |
| <i>P. taeda</i> L.                                       | 93,06  | 94,44  | 88,89  | 276,39  | 92,13 |
| Total  | 347,22 | 355,56 | 337,50 | 1040,28 |       |

comprovar a homogeneidade das variâncias é apresentada na Tabela 2 e Tabela 3 são apresentadas as médias com percentual de sobrevivência.

Na Tabela 4 apresenta-se análise de variância-ANOVA para a variável sobrevivência, com objetivo de verificar se há diferença significativa entre as médias.

Para a variável sobrevivência ao nível de 1% de probabilidade de erro, o teste de Bartlett indicou que as variâncias são homogêneas. Constatou-se coma ANOVA que não há diferença significativa entre as médias para os blocos e tratamentos, ou seja, a diferença entre os blocos e tratamentos é devido ao acaso.

A sobrevivência de 79,63% das plantas em *P. elliotii* Engelm. é muito discrepante à encontrada por Romanelli et al. (2004) em teste de produção de resina, com 12 anos de idade em Itapetininga - SP, com 90,30%, onde predominam solos classificados como argilossolos. Essa variação pode estar atribuída à diferença de solos, bem como presença do fungo *Armillaria luteobubalina* Kile e Watling no solo (GOMES, 2005). O fungo *Armillaria luteobubalina* Kile e Watling é o agente causal da armilariose, uma doença que provoca o apodrecimento da casca e do lenho das raízes e do colo da planta, resultando na morte do hospedeiro (GOMES, 2005).

*P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. apresentou 84,26% de sobrevivência em comparação

à encontrada por Moraes et al. (2007) em teste de desbaste em progênies, com 12 anos de idade na região de Selvíria - MS, com 90,44%, onde a temperatura média anual é de 24,5 °C.

A sobrevivência de 90,74% das plantas em *P. oocarpa* Schiede é semelhante à encontrada por Kageyama et al. (1977) em teste genético de procedências com 4 anos de idade na região de Agudos-SP, com 95,8%, onde a temperatura no mês mais frio é de 18°C.

A variação em *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. e *P. oocarpa* Schiede pode estar atribuída à diferença de temperatura, bem como pela incidência de armilariose.

*P. taeda* L. apresentou 92,13% de sobrevivência em comparação à encontrada por Mendes (1983), em teste de progênie com 4 anos de idades em Telêmaco Borba - PR, com 92,67%. A grande similaridade da variável pode estar atribuída às mínimas variações edafoclimáticas.

A avaliação estatística com a variância para a variável diâmetro é apresentada na Tabela 5.

Na Tabela 6 apresenta-se o teste de Bartlett para a variável diâmetro, visando verificar a homogeneidade das variâncias e na Tabela 7 são apresentadas as médias para esta variável.

Nas Tabelas 8 e 9 são apresentados os resultados da análise de variância - ANOVA para a variável diâmetro e o teste de Tukey para comparação

**Tabela 4.** Resultados da análise de variância – ANOVA para a variável sobrevivência. Guarapuava-PR, 2009.

| FV          | gl | SQ       | QM       | F                    |
|-------------|----|----------|----------|----------------------|
| Blocos      | 2  | 40,8308  | 20,4154  | 1,3368 <sup>ns</sup> |
| Tratamentos | 3  | 305,2662 | 101,7554 | 6,6632 <sup>ns</sup> |
| Resíduo     | 6  | 91,6281  | 15,2713  |                      |
| Total       | 11 | 437,7251 |          |                      |

FV: Fonte de Variação; gl: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado médio; F: Valor de F calculado. <sup>ns</sup> Não significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro.

**Tabela 5.** Resultados da variância para a variável diâmetro. Guarapuava-PR, 2009.

| Tratamentos  | Blocos |      |      | Total | Média |
|--|--------|------|------|-------|-------|
|  | 1      | 2    | 3    |       |       |
| <i>P. elliotii</i> Engelm.                               | 2,33   | 0,98 | 0,81 | 4,12  | 1,37  |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. & Golf. | 3,16   | 2,72 | 3,21 | 9,10  | 3,03  |
| <i>P. oocarpa</i> Schiede                                | 0,07   | 0,89 | 1,62 | 2,59  | 0,86  |
| <i>P. taeda</i> L.                                       | 0,01   | 0,02 | 0,33 | 0,36  | 0,12  |
| Total  | 5,58   | 4,61 | 5,98 | 16,17 |       |

**Tabela 6.** Resultados da análise com teste de Bartlett para a variável diâmetro. Guarapuava-PR, 2009.

| Tratamentos  | gl | s <sup>2</sup> | log s <sup>2</sup> | gl x log s <sup>2</sup> | x <sup>2</sup> corr |
|--|----|----------------|--------------------|-------------------------|---------------------|
| <i>P. elliotii</i> Engelm.                               | 3  | 1,37           | 0,14               | 0,41                    | 10,9*               |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. & Golf. | 3  | 3,03           | 0,48               | 1,45                    |                     |
| <i>P. oocarpa</i> Schiede                                | 3  | 0,86           | -0,06              | -0,19                   |                     |
| <i>P. taeda</i> L.                                       | 3  | 0,12           | -0,92              | -2,76                   |                     |
| Total  | 3  | 5,39           |                    | -1,09                   |                     |
| Média  |    | 2,16           |                    |                         |                     |

gl: Graus de liberdade; s<sup>2</sup>: Variância; log s<sup>2</sup>: Logaritmo natural da variância; x<sup>2</sup> corr: Valor de x<sup>2</sup> calculado. \* Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro.

**Tabela 7.** Valores das médias (cm) para a variável sobrevivência. Guarapuava-PR, 2009.

| Tratamentos  | Blocos |       |       | Total  | Média (cm) |
|--|--------|-------|-------|--------|------------|
|  | 1      | 2     | 3     |        |            |
| <i>P. elliotii</i> Engelm.                               | 8,54   | 8,40  | 7,85  | 24,79  | 8,26       |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. & Golf. | 9,18   | 8,82  | 8,07  | 26,08  | 8,69       |
| <i>P. oocarpa</i> Schiede                                | 9,49   | 9,18  | 9,31  | 27,98  | 9,33       |
| <i>P. taeda</i> L.                                       | 10,49  | 9,95  | 10,08 | 30,52  | 10,17      |
| Total  | 37,70  | 36,35 | 35,32 | 109,38 |            |

**Tabela 8.** Resultados da análise de variância – ANOVA para a variável diâmetro. Guarapuava - PR, 2009.

| FV          | gl | SQ     | QM     | F                    |
|-------------|----|--------|--------|----------------------|
| Blocos      | 2  | 0,7096 | 0,3548 | 5,3761 <sup>ns</sup> |
| Tratamentos | 3  | 6,2111 | 2,0704 | 31,3726*             |
| Resíduo     | 6  | 0,3960 | 0,0660 |                      |
| Total       | 11 | 7,3167 |        |                      |

FV: Fonte de Variação; gl: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado médio; F: Valor de F calculado. ns Não significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro. \* Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro.

**Tabela 9.** Resultados da análise com teste de Tukey para comparar médias da variável diâmetro. Guarapuava-PR, 2009.

| Tratamentos  | Diâmetro (cm) |
|--|---------------|
| <i>P. taeda</i> L.                                       | 10,17a        |
| <i>P. oocarpa</i> Schiede                                | 9,33ab        |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. & Golf. | 8,69bc        |
| <i>P. elliotii</i> Engelm.                               | 8,26c         |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade de erro.

de médias, respectivamente.

Para a variável diâmetro ao nível de 1% de probabilidade de erro, o teste de Bartlett indicou que as variâncias são homogêneas. A ANOVA constatou que não há diferença significativa entre as médias para os blocos, ou seja, a diferença é ao acaso, no entanto há diferença entre as médias para os tratamentos.

O teste de Tukey indicou que o *P. taeda* L. é o que apresenta maior incremento diamétrico, seguido pelo *P. oocarpa* Schiede, *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. e *P. elliottii* Engelm.. O diâmetro de 8,26 cm em *P. elliottii* Engelm. é muito semelhante ao encontrado por Romanelli et al. (2004) em teste de produção de resina com 4 anos de idade na região Sul de São Paulo, com 8,50 cm, onde a temperatura média máxima e mínima é de 21,9 °C e 14,7 °C. A grande similaridade da variável pode estar atribuída à mínima variação climática.

*P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. na idade de 4 anos, apresentou 8,69 cm de diâmetro em comparação ao encontrado por Nicolielo (1984) em teste de procedências na região de Agudos - SP, com 8,64 cm.

O diâmetro de 9,33 cm em *P. oocarpa* Schiede é muito discrepante ao encontrado por Kageyama et al. (1977) em teste genético de procedências, com 4

anos de idade, na região de Agudos - SP, com 11,25 cm, onde a temperatura no mês mais frio é de 18 °C e solo classificado como latossolo vermelho amarelo.

A variação em *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. e *P. oocarpa* Schiede pode estar atribuída à diferença de temperatura, bem como o tipo de solo. *P. taeda* L. apresentou 10,17 cm de diâmetro em comparação ao encontrado por Mendes (1983), em teste de progênie com 4 anos de idade em Telêmaco Borba - PR, com 10,73 cm. A grande similaridade da variável pode estar atribuída às mínimas variações edafoclimáticas.

Na Figura 4 é apresentada a distribuição de frequência em classes de diâmetro conforme verificado para os diferentes tratamentos.

A distribuição de frequência, em classes de diâmetro, é necessária para verificar em qual classe encontra-se o maior número de indivíduos por espécie. A espécie que apresentar maior número de indivíduos em uma maior classe de diâmetro é a com maior potencial em área basal, sendo esta uma variável de grande importância para a definição da espécie a ser implantada.

Observa-se que o *P. taeda* L. é o que apresenta maior frequência na classe de diâmetro entre 9,00 a 11,99 cm, seguido pelo *P. oocarpa* Schiede. Já o *P.*

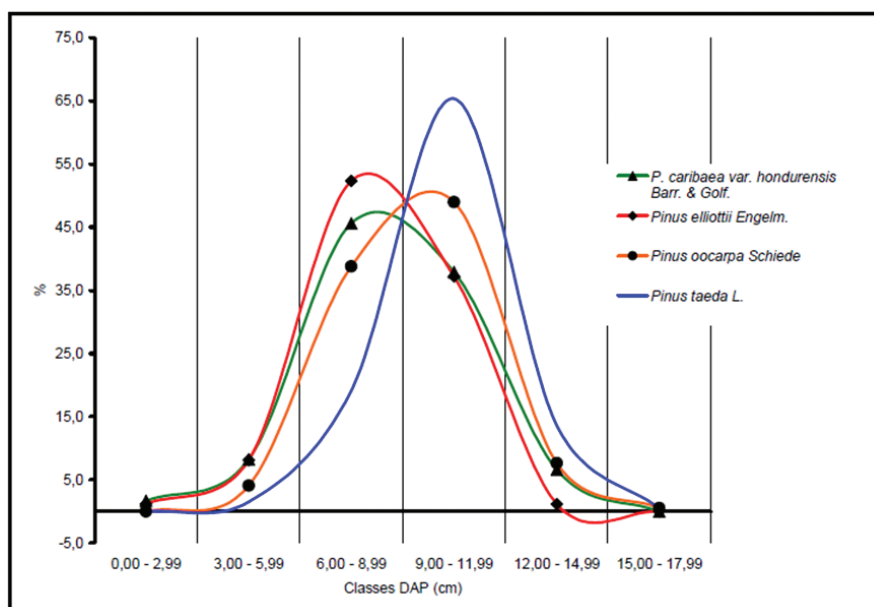


Figura 4. Distribuição de frequência em classes de diâmetro. Guarapuava-PR, 2009.



*elliottii* Engelm. é seguido *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. na classe de diâmetro entre 6,00 a 8,99cm.

A avaliação estatística com a variância para a variável área basal é apresentada na Tabela 10.

Na Tabela 11 apresenta-se o teste de Bartlett para a variável área basal, visando verificar a homogeneidade das variâncias e na Tabela 12 são apresentadas as médias para esta variável.

Nas Tabelas 13 e 14 são apresentados os resultados da análise de variância - ANOVA para a variável área basal e o teste de Tukey para comparação de médias, respectivamente.

Para a variável área basal, ao nível de 1% de probabilidade de erro, o teste de Bartlett indicou que as variâncias são homogêneas. Através da ANOVA constatou-se que não há diferença significativa entre as médias para os blocos, ou seja, a diferença é ao

**Tabela 10.** Resultados da variância para a variável área basal. Guarapuava-PR, 2009.

| Tratamentos  | Blocos |       |       | Total  | Média |
|--|--------|-------|-------|--------|-------|
|  | 1      | 2     | 3     |        |       |
| <i>P. elliottii</i> Engelm.                              | 20,48  | 10,47 | 12,14 | 43,10  | 14,37 |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. & Golf. | 21,12  | 25,86 | 36,62 | 83,60  | 27,87 |
| <i>P. occarpa</i> Schiede                                | 2,73   | 13,85 | 14,62 | 31,20  | 10,40 |
| <i>P. taeda</i> L.                                       | 1,66   | 1,69  | 1,42  | 4,77   | 1,59  |
| Total  | 45,99  | 51,88 | 64,80 | 162,67 |       |

**Tabela 11.** Resultados da análise com teste de Bartlett para a variável área basal. Guarapuava-PR, 2009.

| Tratamentos  | gl | s <sup>2</sup> | log s <sup>2</sup> | gl x log s <sup>2</sup> | x <sup>2</sup> corr |
|--|----|----------------|--------------------|-------------------------|---------------------|
| <i>P. elliottii</i> Engelm.                              | 3  | 14,37          | 1,16               | 3,47                    | 9,24*               |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. & Golf. | 3  | 27,87          | 1,45               | 4,34                    |                     |
| <i>P. occarpa</i> Schiede                                | 3  | 10,40          | 1,02               | 3,05                    |                     |
| <i>P. taeda</i> L.                                       | 3  | 1,59           | 0,20               | 0,60                    |                     |
| Total  | 12 | 54,22          |                    | 11,46                   |                     |
| Média  |    | 21,69          |                    |                         |                     |

gl: Graus de liberdade; s<sup>2</sup>: Variância; log s<sup>2</sup>: Logaritmo natural da variância; x<sup>2</sup> corr: Valor de x<sup>2</sup> calculado. \* Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro.

**Tabela 12.** Valores das médias em percentual para a variável área basal. Guarapuava-PR, 2009.

| Tratamentos  | Blocos |       |       | Total  | Média (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ) |
|--|--------|-------|-------|--------|--|
|  | 1      | 2     | 3     |        |  |
| <i>P. elliottii</i> Engelm.                              | 10,62  | 9,64  | 1,49  | 27,75  | 9,25                                     |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. & Golf. | 11,29  | 11,40 | 9,88  | 32,58  | 10,86                                    |
| <i>P. occarpa</i> Schiede                                | 13,04  | 12,85 | 13,12 | 39,01  | 13,00                                    |
| <i>P. taeda</i> L.                                       | 16,48  | 15,01 | 14,55 | 46,05  | 15,35                                    |
| Total  | 51,43  | 48,91 | 45,04 | 145,38 |  |

**Tabela 13.** Resultados da análise de variância - ANOVA para a variável área basal. Guarapuava-PR, 2009.

| FV          | gl | SQ      | QM      | F                    |
|-------------|----|---------|---------|----------------------|
| Blocos      | 2  | 5,1868  | 2,5934  | 4,4951 <sup>ns</sup> |
| Tratamentos | 3  | 63,1208 | 21,0403 | 36,4693*             |
| Resíduo     | 6  | 3,4616  | 0,5769  |                      |
| Total       | 11 | 71,7692 |         |                      |

FV: Fonte de Variação; gl: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado médio; F: Valor de F calculado. ns Não significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro. \* Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro.

**Tabela 14.** Resultados da análise com teste de Tukey para comparar médias da variável área basal. Guarapuava-PR, 2009.

| Tratamentos  | Área basal (m <sup>2</sup> /ha) |
|--|---------------------------------|
| <i>P. taeda</i> L.                                       | 15,35 <sup>a</sup>              |
| <i>P. oocarpa</i> Schiede                                | 13,00 <sup>ab</sup>             |
| <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Barr. & Golf. | 10,86 <sup>bc</sup>             |
| <i>P. elliottii</i> Engelm.                              | 9,25 <sup>c</sup>               |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade de erro.

acaso, no entanto, há diferença entre as médias para os tratamentos.

O teste de Tukey indicou que o *P. taeda* L. é o que apresenta maior área basal, seguido pelo *P. oocarpa* Schiede, *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. e *P. elliottii* Engelm. A área basal por ha é diretamente proporcional ao número de árvores por ha e ao diâmetro médio, ou seja, quanto maior o número de árvore e maior o diâmetro médio, maior a área basal

por ha. Por meio da área basal, pode-se definir qual a melhor espécie a ser implantada na região.

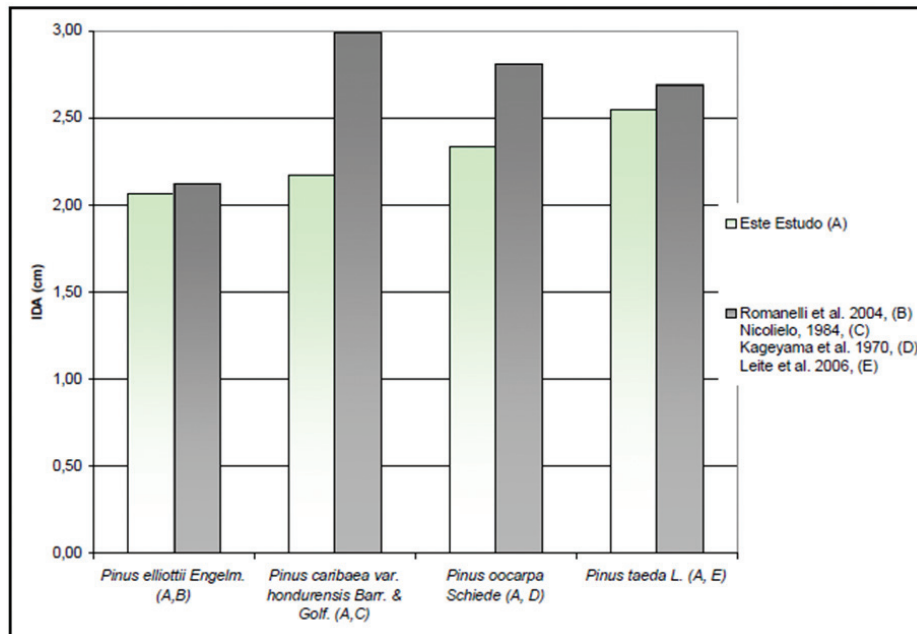
Na Tabela 15 apresenta-se um resumo com trabalhos desenvolvidos por diversos pesquisadores, para determinação de variáveis quantitativas de florestas plantadas em outras regiões.

Observa-se que existe pouca diferença entre o *P. elliottii* Engelm. e *P. taeda* L. em diferentes regiões, no entanto, entre o *P. caribaea* var. *Hondurensis* Barr.

**Tabela 15.** Resumo de resultados de estudos sobre variáveis quantitativas de florestas plantadas em outras regiões.

| Pesquisa               | Espécie   | Local de estudo        | Área (m <sup>2</sup> árvore <sup>-1</sup> ) | Idade (anos) | Número (Árvores ha <sup>-1</sup> ) | Incremento diamétrico anual (cm) |        |
|------------------------|---|------------------------|---|--------------|------------------------------------|----------------------------------|--------|
| Nicolielo, 1984        | <i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> Bar. & Golf. | Agudos-SP              | *   | 5            | *                                  | 3,09**                           |        |
|                        |   |                        | *   | 7            | *                                  | 2,56**                           |        |
|                        |   |                        | *   | 9            | *                                  | 2,28**                           |        |
|                        |   |                        | *   | 11           | *                                  | 2,03**                           |        |
| Moraes et al. 2007     |   | Selvíria-MS            | 9   | 12           | 1005                               | 1,85**                           |        |
| Kageyama et al. 1977   | <i>P. oocarpa</i> Shiede                                | Agudos-SP              | 9   | 4            | 1064                               | 2,81**                           |        |
| Brasil et al. 1980     |   |                        | 4   | 7            | 2300                               | 2,10                             |        |
| 4                      |   |                        | 13  | 1075         | 1,35                               |                                  |        |
| Romanelli et al. 2004  | <i>P. elliottii</i> Engelm                              | Angatuba-SP            | 9   | 4            | *                                  | 2,13                             |        |
|                        |   | Itapetininiga-SP       | 9   | 12           | 1003                               | 1,58                             |        |
|                        |   | Itapeva-SP             |   |              |                                    |                                  |        |
| Tonini, 2000           | <i>P. elliottii</i> Engelm                              | Encruzilhada do Sul-RS | 4   | 18           | 892                                | 1,40                             |        |
|                        |   | Mostardas-RS           | 4   | 21           | 780                                | 1,09                             |        |
|                        |   | Palmares-RS            |   |              |                                    |                                  |        |
|                        |   | Piratini-RS            |   |              |                                    |                                  |        |
| Mendes, 1983           | <i>Pinus taeda</i>                                      | Tlêmaco Borba-PR       | 6   | 4            | 1545                               | 2,69                             |        |
|                        |   | Otacílio Costa-SC      | 6   | 4            | 1650                               | 2,18**                           |        |
| 5                      |   |                        | 4   | 1990         | 1,98**                             |                                  |        |
| 4                      |   |                        | 4   | 2475         | 1,95**                             |                                  |        |
| Barrichelo et al. 1977 |   |                        | Tlêmaco Borba-PR                            | *            | 9                                  | *                                | 1,50** |

\* Informação não constante na pesquisa \*\* Resultados obtidos através de estimativas matemáticas.



**Figura 5.** Comparação entre este estudo (A), as pesquisas realizadas por Romanelli et al. 2004, (B), Nicolielo, 1984, (C), Kageyama et al. 1970, (D), e Leite et al. 2006, (E) em incremento diamétrico anual (IDA). Guarapuava-PR, 2009.

& Golf. e *P. oocarpa* Schiede, verifica-se que existe maior diferença entre regiões mais frias ou quentes.

## Conclusões

O *P. taeda* L. é a espécie com maior incremento diamétrico e área basal, além de apresentar maior frequência na maior classe de diâmetro, seguido pelo *P. oocarpa* Schiede., *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. e *P. elliottii* Engelm.

O maior desempenho do *P. taeda* L. é devido à melhor adaptação ao sítio, clima e regime pluviométrico da região.

Através da comparação deste estudo, com pesquisas realizadas por outros autores em outras regiões, comprova-se que o *P. taeda* L. perde

incremento diamétrico quando comparado ao *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. e *P. oocarpa* Schiede em regiões mais quentes, ou seja, confirma-se que o *P. taeda* L. adapta-se ao clima e regime pluviométrico da região sul do Brasil.

O *P. taeda* L. é a espécie a ser implantada na região sul do Brasil, bem como o *P. oocarpa* Schiede e *P. caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. devem ser implantados em regiões mais quentes (Região Sudeste do Brasil) com objetivo de maximizar a produção e conseqüentemente a receita.

## Referências

Apresentadas no final da versão em inglês.

