

POTENCIAL DE CRESCIMENTO DE CLONES DE *Pinus* spp., NA REGIÃO DE TELÊMACO BORBA – PR

Adriano Emanuel Amaral de Almeida

Klabin S. A. – Melhoramento Genético Florestal

(adrianoe@klabinpr.com.br)

Ivone Satsuki Namikawa Fier

Klabin S. A. – Coordenadoria de Pesquisa Florestal

(namikawa@klabin.com.br)

José Aldezir de Luca Pucci

Klabin S. A. – Gerência Geral Florestal

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de crescimento de clones de diversas espécies de *Pinus*. Foram avaliados 42 clones com 7 anos de idade, no delineamento de blocos casualizados, com 5 repetições e 6 plantas por parcela. O espaçamento utilizado foi o de 3,00 x 2,50 m. Os resultados das análises de variância foram significativos para todas as características. Os coeficientes de determinação genotípica, apresentaram valores acima de 95 %, evidenciando o elevado controle genético das características em análise. Os clones de *P. híbrido* apresentaram o maior potencial de crescimento do teste, seguidos pelos clones de *P. maximinoi*. O *P. taeda* apresentou desenvolvimento intermediário, ficando abaixo do *P. maximinoi*. Os clones de *P. elliottii* tiveram desempenho inferior aos demais, superando apenas os de *P. chiapensis*, que tiveram o pior desenvolvimento do ensaio para as características de crescimento. De forma geral, os clones apresentaram bom desempenho para as características morfológicas. A sobrevivência ficou acima de 91 %. As porcentagens de bifurcação e de danos causados pelo vento foram baixas. Na avaliação da retidão do fuste e do diâmetro dos galhos, observou-se que apenas 0,58% das árvores são tortuosas e 5,38% apresentam galhos grossos.

Palavras chave: *P. híbrido*, *P. taeda*, *P. tropicais*, teste clonal, melhoramento florestal.

Abstract

The goal of this study was to evaluate the growth potential of clones of several *Pinus* species. 42 seven-year-old clones were evaluated in the design of casualized blocks, with 5 repetitions and 6 plants per plot. The spacing applied was 3,00 x 2,50 m. The results of the variation analyses were expressive for all growth characteristics. The coefficients of genotypical determination showed values above 95%, demonstrating the high genetic control of the characteristics under analysis. The hybrid *Pinus* clones showed the biggest potential for growth in the test, followed by the *P. maximinoi* clones. *P. taeda* showed intermediary development, being below *P. maximinoi*. And *P. elliottii* clones had lower performance than the others, surpassing only *P. chiapensis*, which had the worst development of the test for growth characteristics. In general, the clones showed good performance in terms of morphological characteristics. The survival rate was above 91% on average. The percentage of forking and the damage caused by

wind was low in most of the clones. And in the evaluation of trunk straightness and branch diameter, it was noted that only 0,58% of the trees are twisted and 5,38% show thick.

Key words: Hibrids pine, *Pinus taeda*, tropical pine, clonal testing, tree breeding.

1. Introdução

Atualmente a área total de plantio com o gênero *Pinus*, no sul do Brasil, supera um milhão de hectares, sendo que seiscentos mil hectares estão localizados no estado do Paraná. A madeira é utilizada em diversos segmentos, como serrarias, laminadoras e indústrias de celulose e papel (Caron Neto, 2002 e Galucha et. al., 2003).

Tamanha evolução dos plantios de *Pinus* na região sul, foi possível devido a rusticidade e resistência a pragas e doenças que as espécies *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* apresentam, além de serem tolerantes a geadas, principal fator limitante de plantios florestais no estado do Paraná.

Com as mudanças climáticas e o desenvolvimento da hibridação inter - específica, o interesse por espécies de *Pinus* tropicais aumentou significativamente nos últimos anos, devido ao maior potencial de crescimento de tais espécies frente às comercialmente plantadas no sul do Brasil (*Pinus taeda* e *Pinus elliottii*).

Entretanto, até o início da década de 90, poucos estudos haviam sido realizados com espécies de *Pinus* procedentes da América Central e México (*Pinus* tropicais), devido em grande parte, a não tolerância a geadas destas espécies.

Atualmente, os estudos com espécies de *Pinus* tropicais vêm sendo intensificados na região sul do Brasil. Diversos testes de procedência e progêneres de várias espécies de *Pinus*, foram instalados na última década, com o objetivo de avaliar a adaptabilidade, selecionar as melhores procedências e formar populações base para o melhoramento genético das espécies de maior interesse.

Com os trabalhos de seleção nas populações base estabelecidas na última década, esforços têm sido concentrados na busca de híbridos inter-específicos, entre *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* e *Pinus* tropicais, no intuito de conciliar a rusticidade, tolerância a geadas e qualidade da madeira dos *Pinus* comercialmente plantados, com o maior potencial de crescimento dos *Pinus* tropicais. Segundo Nikles (2000), diversos híbridos têm sido produzidos entre as espécies de *P. caribaea*, *P. elliottii*, *P. oocarpa*, *P. taeda* e *P. tecunumanii*, em Queensland (Austrália). Na Klabin – PR, além destas, outras espécies vêm sendo incluídas nos programas de hibridação, como o *P. maximinoi*, *P. greggii* e *P. chiapensis*.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de crescimento de clones de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii*, *Pinus maximinoi*, *Pinus chiapensis* e o híbrido *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis*, em competição na região de Têlemaco Borba – PR.

2. Material e métodos

2.1. Material Experimental

Foram utilizados no presente trabalho, 42 clones com 7 anos de idade, pertencentes a Klabin S. A. no estado do Paraná, sendo 4 de *Pinus chiapensis*, 10 de *Pinus elliottii*, 11 de *Pinus maximinoi*, 7 de *Pinus* híbrido (*Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*) e 10 de *Pinus taeda*. O delineamento utilizado foi blocos casualizados, com cinco repetições e 6 plantas por parcela. O experimento foi instalado em solo do tipo latossolo vermelho distrófico ou ácrico, tipo A moderado/proeminente, fase floresta, relevo suave ondulado e ondulado, textura argilosa e muito argilosa. O espaçamento utilizado foi o de 3,00 x 2,50 m.

Clones provenientes da mesma espécie ou híbrido, foram agrupados na casualização dos tratamentos. E por se tratar de clones, não foi considerada a informação dentro de parcela, sendo utilizada a média da mesma para a avaliação das características de crescimento.

2.2. Características avaliadas

2.2.1. Características de crescimento

Foram obtidas medições de crescimento relativas à altura total da árvore (ALT) e diâmetro à altura do peito (DAP). A partir destas variáveis foram obtidos o volume individual com casca (Vcc) e o incremento médio anual (IMA), utilizando-se das seguintes fórmulas:

$$\triangleright \text{ Volume com casca: } Vcc = (DAP)^2 \times (ALT) \times (\pi) \times (ff) / 40000$$

em que:

$\pi = 3,1416$;

ff = fator de forma (0,40).

Sendo:

DAP em centímetros (cm);

ALT em metros (m);

Vcc em metros cúbicos (m^3).

$$\triangleright \text{ Incremento Médio Anual: } IMA = (Vcc) \times (N^{\circ} \text{ árvores/ha}) \times \text{Sobreviv./Idade}$$

em que:

N° árvores/ha = 10.000 m^2 /espaçamento
Espaçamento = 3,00 x 2,50 m

Sendo:

Idade em anos

IMA em $m^3/ha/ano$.

2.2.2. Características morfológicas

Foram obtidas avaliações por meio de notas (1, 2 e 3) ou presença (sim) e ausência (não) para as características retidão do fuste, bifurcação, foxtail, diâmetro de galhos, ataque de pragas ou doenças e danos por vento.

A avaliação por meio de notas, foi utilizada para as características retidão do fuste e diâmetro do galho. Sendo a nota 1, fuste retilíneo e baixo diâmetro de galhos; a nota 2, fuste pouco tortuoso e diâmetro dos galhos intermediário; nota 3, fuste tortuoso e diâmetro dos galhos elevado. A avaliação de cada árvore foi realizada com base na média do experimento para estas características. A avaliação por meio de presença e ausência, foi realizada para as demais características morfológicas, onde eram registradas a presença ou ausência de uma determinada característica, sem se preocupar com a magnitude, devido a dificuldade, custo e tempo necessários para a mensuração das mesmas.

Não foi possível realizar a avaliação dos danos causados pela geada, pois o experimento foi instalado em local de não ocorrência de geada severas.

2.3. Análise de variância e teste de médias

A análise de variância foi feita para cada uma das características de crescimento, adotando o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = m + G_i + \beta_j + e_{ij}$, conforme Cruz e Regazzi (1994).

em que:

Y_{ij} = valor do i – ésmo clone no j – ésmo bloco;

m = média geral;

G_i = efeito do genótipo i , $i = 1, 2, \dots, g$ e $\sum_{i=1}^g G_i = 0$;

β_j = efeito do bloco j , $j = 1, 2, \dots, r$;

e_{ij} = erro experimental, $e_{ij} \sim NID(0, \hat{\sigma}^2)$.

Considerou-se o efeito de genótipos como sendo fixo.

Quadro 1: Esquema da análise de variância segundo o modelo adotado.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	E(QM)	F
Blocos (B)	$r - 1$	SQB	QMB		
Genótipos (G)	$g - 1$	SQG	QMG	$\sigma^2 + r \Phi_g$	QMG/QMR
Resíduo (R)	$(r - 1)(g - 1)$	SQR	QMR	σ^2	
Total (To)	$gr - 1$	SQTo			
Média		m			
CV _{exp} (%)		$\frac{(100\sqrt{QMR})}{m}$			

em que:

r = número de repetições;

g = número de clones;

SQ = soma de quadrados;

QM = quadrado médio;

E(QM) = esperança do quadrado médio;

$\hat{\sigma}^2$ = componente de variância devido ao erro experimental;

Φ_g = componente quadrático associado à variabilidade genotípica $\Phi_g = \frac{\sum_{i=1}^g G_i^2}{(g-1)}$;
 $CV_{exp}\%$ = coeficiente de variação experimental.

2.4. Estimadores dos parâmetros genéticos

A partir das esperanças do quadrado médio, obteve-se os seguintes componentes:

$$\hat{\sigma}_f^2 = \frac{QMG}{r} \quad \hat{\sigma}_e^2 = \frac{QMR}{r} \quad \Phi_g = \frac{QMG - QMR}{r} \quad h^2 = \frac{\hat{\Phi}_g}{\hat{\sigma}_f^2}$$

em que:

σ_f^2 = variância fenotípica média;

σ_e^2 = variância ambiental média;

$\hat{\Phi}_g$ = componente quadrático associado à variabilidade genotípica entre médias;

h^2 = coeficiente de determinação genotípico ao nível de médias de parcela;

Após a análise de variância, as médias da característica incremento médio anual (IMA), foram comparadas utilizando-se o teste de Scott e Knott (1974). A característica IMA foi escolhida para o teste de médias, por levar em consideração a sobrevivência de cada clone, além da característica Vcc, que por sua vez é calculada com base em DAP e ALT. Não foi realizada nenhuma análise estatística com os dados das características morfológicas, sendo apenas calculadas as porcentagens de cada clone para cada uma das características em questão.

3. Resultados e Discussão

3.1. Análise de variância

Os resultados das análises de variância individuais para as características de crescimento, diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (ALT), volume individual com casca (Vcc) e incremento médio anual (IMA) dos 42 clones avaliados aos 7 anos de idade, são apresentados no Quadro 2. Observou-se que todas as características de crescimento apresentaram efeito significativo pelo teste F ($P < 0,01$), o que é um indicativo da diversidade genética entre os clones avaliados. Os coeficientes de variação experimental para DAP, ALT, Vcc e IMA apresentaram valores baixos (Gomes, 1985). Tais resultados estão em concordância com os comumente reportados na literatura, para *Pinus*, revelando boa precisão experimental.

Quadro 2: Resumo das análises de variância para diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (ALT), volume individual com casca (Vcc) e incremento médio anual (IMA) dos 42 clones de *Pinus spp.*, avaliados aos 7 anos de idade.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		DAP	Ht	Vcc	IMA
Blocos	4	42,47	14,04	0,0166	434,42
Genótipos	41	66,47 **	21,32 **	0,0248 **	813,22 **
Resíduo	164	2,01	1,01	0,0009	34,75
Média		17,71	12,08	0,1361	24,15
CV _{exp} (%)		8,00	8,32	21,70	24,41
h_m^2					

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

3.2. Estimativas de parâmetros genéticos

As estimativas dos coeficientes de determinação genotípica, ao nível de médias de parcela, para as características de crescimento, apresentaram valores semelhantes e acima de 95 % (Quadro 3), indicando que as mesmas encontram-se sob elevado controle genético, fazendo com que o desempenho da população formada por meio de propagação vegetativa dos clones superiores seja reflexo destes.

Apesar da estimativa do coeficiente de determinação genotípica ser no sentido amplo, a propagação vegetativa permite que o genótipo seja transmitido integralmente para a progênie. Assim, a discussão sobre a herdabilidade restringe-se à razão entre a variância genotípica e a fenotípica, não sendo importante, se a variância genotípica é composta em sua maior parte pelos desvios devido à dominância ou pela variância genética aditiva (Almeida, 2001).

Quadro 3: Estimativas de parâmetros genéticos e componentes de variância: Coeficiente de determinação genotípico em nível de média de parcela em % (h_m^2), variância fenotípica ($\hat{\sigma}_f^2$), variância ambiental ($\hat{\sigma}_e^2$) e componente quadrático associado à variabilidade genotípica entre médias ($\hat{\Phi}_g$) para as características diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (ALT), volume individual com casca (Vcc) e incremento médio anual (IMA).

Parâmetros Genéticos e Não Genéticos	DAP	Ht	Vcc	IMA
$\hat{\sigma}_f^2$	13,2943	4,2648	0,004951	162,6433
$\hat{\sigma}_e^2$	0,4013	0,2019	0,000174	6,9497
$\hat{\Phi}_g$	12,8917	4,0628	0,004777	155,6936
h_m^2 (%)	96,98	95,27	96,48	95,73

3.3. Teste de Médias (Scott Knott)

Observa-se pelo teste de médias (Quadro 4), que houve a formação de seis grupos para incremento médio anual (IMA).

Os clones de *Pinus* híbrido (*Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis*), apresentaram as maiores médias do experimento e foram classificados isoladamente nos dois primeiros grupos, dividindo o terceiro grupo com quatro clones de *Pinus maximinoi*.

Os demais clones de *P. maximinoi* foram classificados no quarto grupo, com exceção de um, classificado no quinto grupo. No quarto grupo, também foram classificados todos os clones de *Pinus taeda*.

Os clones de *Pinus elliottii*, apresentaram crescimento abaixo do *Pinus taeda* e foram classificados no quinto grupo, com exceção de um, classificado no sexto grupo.

E por fim, os clones de *Pinus chiapensis*, apresentaram as menores médias do experimento, sendo classificados no sexto grupo, com exceção de um, classificado no quinto grupo. Vale ressaltar que clones pertencentes ao mesmo grupo, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de médias Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Quadro 4: Teste de Médias para incremento médio anual (IMA) dos 42 clones de *Pinus* spp., avaliados aos 7 anos de idade.

IMA (m ³ /ha/ano)							
Clones	Espécies	Médias	*	Clones	Espécies	Médias	*
19	<i>P. híbrido</i>	55.80	a	40	<i>P. taeda</i>	23.90	d
21	<i>P. híbrido</i>	53.08	a	33	<i>P. taeda</i>	23.76	d
15	<i>P. híbrido</i>	48.62	b	35	<i>P. taeda</i>	22.64	d
20	<i>P. híbrido</i>	45.50	b	39	<i>P. taeda</i>	22.44	d
16	<i>P. híbrido</i>	40.29	c	36	<i>P. taeda</i>	22.33	d
26	<i>P. maximinoi</i>	39.09	c	24	<i>P. maximinoi</i>	21.58	d
17	<i>P. híbrido</i>	35.05	c	23	<i>P. maximinoi</i>	16.56	e
30	<i>P. maximinoi</i>	34.06	c	11	<i>P. elliottii</i>	14.50	e
18	<i>P. híbrido</i>	33.91	c	14	<i>P. elliottii</i>	14.36	e
27	<i>P. maximinoi</i>	32.59	c	8	<i>P. elliottii</i>	13.99	e
25	<i>P. maximinoi</i>	31.17	c	10	<i>P. elliottii</i>	13.22	e
41	<i>Pinus taeda</i>	28.75	d	6	<i>P. elliottii</i>	13.18	e
32	<i>P. maximinoi</i>	27.88	d	13	<i>P. elliottii</i>	12.49	e
28	<i>P. maximinoi</i>	27.75	d	4	<i>P. chiapensis</i>	11.74	e
29	<i>P. maximinoi</i>	27.73	d	7	<i>P. elliottii</i>	11.65	e
42	<i>P. taeda</i>	26.07	d	12	<i>P. elliottii</i>	10.57	e
22	<i>P. maximinoi</i>	25.83	d	9	<i>P. elliottii</i>	9.76	e
37	<i>P. taeda</i>	25.14	d	5	<i>P. elliottii</i>	8.70	f
31	<i>P. maximinoi</i>	24.87	d	2	<i>P. chiapensis</i>	5.72	f
38	<i>P. taeda</i>	24.61	d	1	<i>P. chiapensis</i>	5.65	f
34	<i>P. taeda</i>	24.42	d	3	<i>P. chiapensis</i>	3.52	f

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Desta forma, verifica-se que os clones de *Pinus* híbrido apresentaram o maior potencial de crescimento, seguidos pelos clones de *Pinus maximinoi*. Os clones de *Pinus taeda*, apesar de terem sido classificados juntamente com vários clones de *Pinus maximinoi*, ficaram abaixo dos melhores clones do mesmo.

O baixo desempenho dos clones de *Pinus chiapensis*, pode ser explicado pela curva de crescimento da espécie, que é reduzida na idade juvenil e intensificada na idade adulta (Dvorak et. al., 2000). O que pode ter contribuído para a baixa sobrevivência dos clones desta espécie (Quadro 5), pela supressão de clones adjacentes.

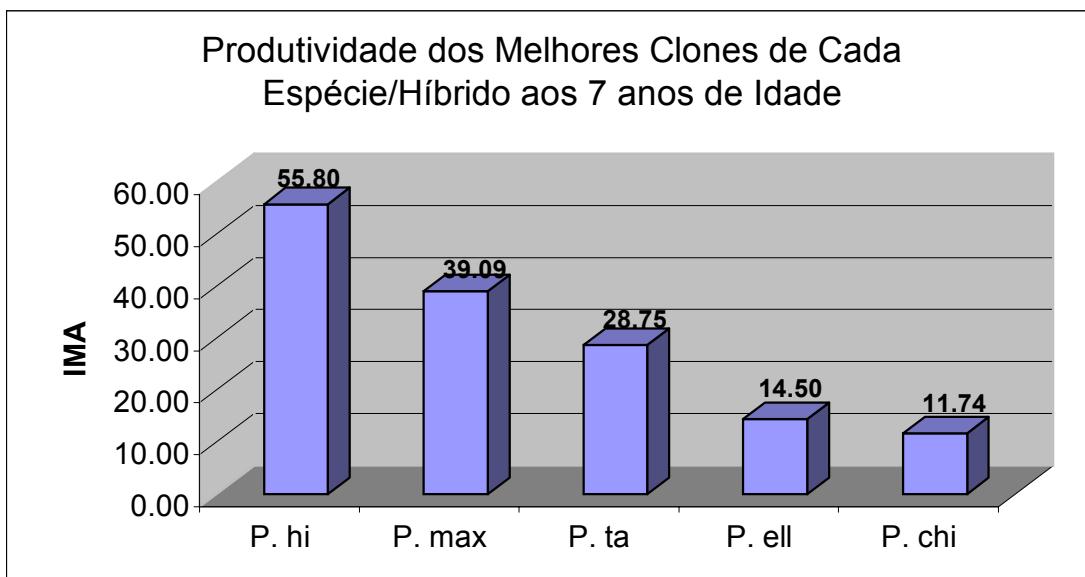


Figura 1. Produtividade ($m^3/ha/ano$) do melhor clone de cada espécie/híbrido aos 7 anos de idade.

Observa-se na figura 1, que o melhor clone do *Pinus* híbrido foi 42 % superior ao melhor clone do *Pinus maximinoi* e 94 % superior em relação ao melhor clone de *Pinus taeda*. Evidenciando o grande potencial de crescimento deste material, permitindo elevados ganhos com a utilização do mesmo.

Resultados semelhantes, também foram encontrados no Paraná pela Pisa Florestal (Nikles, 2000), onde o híbrido de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea var hondurensis* foi 95 % superior a testemunha de *Pinus elliottii*, em volume por hectare.

Segundo Gwaze (1999), a performance de *Pinus* híbridos envolvendo *Pinus caribaea var hondurensis*, *Pinus tecunumanii*, *Pinus elliottii* e *Pinus oocarpa*, foi quatro vezes maior do que o *Pinus elliottii* e até 52 % superior aos parentais de espécies puras de *Pinus* tropicais, evidenciando o vigor híbrido dos cruzamentos.

3.4. Avaliação de características morfológicas

Quadro 5: Avaliação de características morfológicas dos 42 clones de *Pinus spp.*, avaliados aos 7 anos de idade.

Clones	Espécie	Sobrev.	Bifurc.	Danos Vento	Retidão do fuste			Diâmetro de galhos			Pragas e doenças		Foxtail	
					1	2	3	1	2	3	Não	Sim	Não	Sim
1	<i>P. chiapensis</i>	53.33%	18.75%	0.00%	58.82%	41.18%	0.00%	11.76%	82.35%	5.88%	88.24%	11.76%	100%	0.00%
2	<i>P. chiapensis</i>	76.67%	0.00%	0.00%	34.78%	65.22%	0.00%	17.39%	69.57%	13.04%	95.65%	4.35%	100%	0.00%
3	<i>P. chiapensis</i>	56.67%	0.00%	0.00%	35.00%	65.00%	0.00%	0.00%	85.00%	15.00%	90.00%	10.00%	100%	0.00%
4	<i>P. chiapensis</i>	76.67%	0.00%	0.00%	47.83%	52.17%	0.00%	13.04%	86.96%	0.00%	91.30%	8.70%	100%	0.00%
5	<i>P. elliottii</i>	83.33%	0.00%	0.00%	16.00%	84.00%	0.00%	8.00%	92.00%	0.00%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
6	<i>P. elliottii</i>	90.00%	0.00%	0.00%	18.52%	81.48%	0.00%	7.41%	81.48%	11.11%	96.30%	3.70%	93%	7.41%
7	<i>P. elliottii</i>	93.33%	0.00%	0.00%	17.86%	82.14%	0.00%	10.71%	75.00%	14.29%	100.00%	0.00%	93%	7.14%
8	<i>P. elliottii</i>	93.33%	0.00%	0.00%	10.71%	89.29%	0.00%	10.71%	85.71%	3.57%	100.00%	0.00%	96%	3.57%
9	<i>P. elliottii</i>	90.00%	0.00%	0.00%	3.70%	96.30%	0.00%	14.81%	74.07%	11.11%	100.00%	0.00%	96%	3.70%
10	<i>P. elliottii</i>	90.00%	3.70%	0.00%	29.63%	70.37%	0.00%	29.63%	66.67%	3.70%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
11	<i>P. elliottii</i>	100.00%	0.00%	0.00%	26.67%	73.33%	0.00%	10.00%	90.00%	0.00%	96.67%	3.33%	93%	6.67%
12	<i>P. elliottii</i>	90.00%	0.00%	0.00%	14.81%	85.19%	0.00%	22.22%	77.78%	0.00%	92.59%	7.41%	100%	0.00%
13	<i>P. elliottii</i>	100.00%	3.33%	0.00%	20.00%	80.00%	0.00%	13.33%	83.33%	3.33%	100.00%	0.00%	97%	3.33%
14	<i>P. elliottii</i>	93.33%	3.57%	3.57%	35.71%	64.29%	0.00%	25.00%	75.00%	0.00%	100.00%	0.00%	93%	7.14%
15	<i>P. híbrido</i>	93.33%	7.14%	0.00%	21.43%	78.57%	0.00%	14.29%	82.14%	3.57%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
16	<i>P. híbrido</i>	96.67%	0.00%	0.00%	10.34%	86.21%	3.45%	17.24%	75.86%	6.90%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
17	<i>P. híbrido</i>	93.33%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
18	<i>P. híbrido</i>	86.67%	3.85%	0.00%	11.54%	88.46%	0.00%	15.38%	76.92%	7.69%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
19	<i>P. híbrido</i>	90.00%	18.52%	0.00%	14.81%	81.48%	3.70%	3.70%	92.59%	3.70%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
20	<i>P. híbrido</i>	100.00%	3.33%	0.00%	6.67%	90.00%	3.33%	20.00%	80.00%	0.00%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
21	<i>P. híbrido</i>	96.67%	6.90%	0.00%	3.45%	96.55%	0.00%	0.00%	62.07%	37.93%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
22	<i>P. maximinoi</i>	96.67%	0.00%	0.00%	62.07%	37.93%	0.00%	10.34%	75.86%	13.79%	100.00%	0.00%	97%	3.45%
23	<i>P. maximinoi</i>	100.00%	6.67%	13.33%	73.33%	23.33%	3.33%	23.33%	66.67%	10.00%	80.00%	20.00%	100%	0.00%
24	<i>P. maximinoi</i>	96.67%	6.90%	6.90%	88.00%	12.00%	0.00%	48.28%	44.83%	6.90%	96.55%	3.45%	100%	0.00%
25	<i>P. maximinoi</i>	90.00%	0.00%	0.00%	59.26%	40.74%	0.00%	44.44%	51.85%	3.70%	96.30%	3.70%	100%	0.00%
26	<i>P. maximinoi</i>	96.67%	0.00%	0.00%	20.69%	79.31%	0.00%	31.03%	65.52%	3.45%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
27	<i>P. maximinoi</i>	93.33%	3.57%	0.00%	28.57%	67.86%	3.57%	46.43%	53.57%	0.00%	96.43%	3.57%	96%	3.57%
28	<i>P. maximinoi</i>	90.00%	11.11%	3.70%	37.04%	62.96%	0.00%	37.04%	62.96%	0.00%	100.00%	0.00%	100%	0.00%

Cont...

29	<i>P. maximinoi</i>	96.67%	13.79%	6.90%	65.52%	34.48%	0.00%	41.38%	55.17%	3.45%	96.55%	3.45%	100%	0.00%
30	<i>P. maximinoi</i>	93.33%	0.00%	3.57%	39.29%	60.71%	0.00%	42.86%	53.57%	3.57%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
31	<i>P. maximinoi</i>	96.67%	10.34%	3.45%	41.38%	58.62%	0.00%	34.48%	65.52%	0.00%	93.10%	6.90%	83%	17.24%
32	<i>P. maximinoi</i>	86.67%	3.85%	0.00%	53.85%	46.15%	0.00%	30.77%	57.69%	11.54%	96.15%	3.85%	100%	0.00%
33	<i>P. taeda</i>	96.67%	0.00%	0.00%	20.69%	79.31%	0.00%	10.34%	86.21%	3.45%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
34	<i>P. taeda</i>	100.00%	3.33%	0.00%	13.33%	86.67%	0.00%	50.00%	50.00%	0.00%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
35	<i>P. taeda</i>	100.00%	16.67%	0.00%	23.33%	76.67%	0.00%	56.67%	43.33%	0.00%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
36	<i>P. taeda</i>	96.67%	3.45%	0.00%	34.48%	65.52%	0.00%	41.38%	58.62%	0.00%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
37	<i>P. taeda</i>	100.00%	3.33%	0.00%	26.67%	73.33%	0.00%	43.33%	56.67%	0.00%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
38	<i>P. taeda</i>	100.00%	0.00%	0.00%	16.67%	80.00%	3.33%	53.33%	46.67%	0.00%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
39	<i>P. taeda</i>	96.67%	20.69%	0.00%	3.33%	96.67%	0.00%	6.67%	83.33%	10.00%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
40	<i>P. taeda</i>	100.00%	0.00%	0.00%	29.63%	70.37%	0.00%	40.74%	55.56%	3.70%	96.30%	3.70%	100%	0.00%
41	<i>P. taeda</i>	90.00%	7.41%	0.00%	19.23%	76.92%	3.85%	38.46%	53.85%	7.69%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
42	<i>P. taeda</i>	86.67%	0.00%	0.00%	38.46%	61.54%	0.00%	46.15%	50.00%	3.85%	100.00%	0.00%	100%	0.00%
Média		91.59%	4.29%	0.99%	29.36%	70.06%	0.58%	24.81%	69.81%	5.38%	97.67%	2.33%	98.50%	1.51%

Observa-se no Quadro 5, que de forma geral, os clones apresentaram elevada sobrevivência (acima de 91 % em média), com exceção do *Pinus chiapensis*. A porcentagem de bifurcação foi baixa para a maioria dos clones, sendo menos pronunciada em clones de *Pinus elliottii*. Os danos por vento também foram baixos, com exceção de um clone de *Pinus maximinoi*.

A avaliação da retidão do fuste, revelou que apenas 0,58 % das árvores são tortuosas, 70,06 % são pouco tortuosas e 29,36 % são retilíneas. Para o diâmetro de galhos, 5,38 % das árvores apresentam galhos grossos, 69,81 % galhos intermediários e 24,81 % galhos finos. A ocorrência de pragas e doenças, bem como foxtail foi mínima, com porcentagens abaixo de 3 %.

Verificou-se, que os clones de todas as espécies/híbrido não apresentaram restrições quanto as características morfológicas, evidenciando que tais características estão sob elevado controle genético, haja visto, que as populações das matrizes clonadas para instalação deste teste, apresentam restrições quanto as mesmas. Tais resultados concordam com os encontrados por Namikawa Fier (2001).

4. Conclusões

Os resultados indicam que todas as características de crescimento, apresentam variabilidade genética e estão sob elevado controle genético, fazendo com que o desempenho da população formada por meio de propagação vegetativa dos clones superiores seja reflexo destes.

Os clones de *Pinus* híbrido apresentaram o maior potencial de crescimento, seguidos pelos clones de *Pinus maximinoi*. Os clones de *Pinus taeda*, tiveram desempenho intermediário em relação ao ensaio, superando os clones de *Pinus elliottii* e *Pinus chiapensis*.

Os clones de *Pinus* spp. não apresentaram restrições quanto as características morfológicas, evidenciando que tais características estão sob elevado controle genético, possibilitando ganhos significativos com um ciclo de seleção.

O melhor clone do *Pinus* híbrido foi 42 % superior ao melhor clone do *Pinus maximinoi* e 94 % superior em relação ao melhor clone de *Pinus taeda*, evidenciando o grande potencial de crescimento deste material, permitindo elevados ganhos com a utilização do mesmo.

A superioridade do híbrido em análise, frente as espécies comercialmente utilizadas pela Klabin no estado do Paraná e aos clones de *P. maximinoi* e *P. chiapensis* é evidente neste experimento. Entretanto, outras questões devem ser analisadas antes da recomendação deste material para plantios comerciais em larga escala, como tolerância a geadas e características de qualidade da madeira para produção de celulose e papel, bem como para produtos sólidos. Tais avaliações estão em andamento.

5. Referência Bibliográfica

ALMEIDA, A. E. A. **Avaliação direta e indireta de rendimento depurado e de produção de celulose em clones de eucalipto.** 2001. 51p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARON NETO, M. *Pinus*: Base de matéria-prima madereira. **Revista da Madeira**, Curitiba, Edição Especial, p. 10-14, dez. 2002.

DVORAK, W. S.; GUTIÉRREZ, E. A.; OSORIO, L. F.; van der MERWE; KIKUTI, P. e DONAHUE, J. K. *Pinus chiapensis*. In: **Conservation & Testing of Tropical & Subtropical Forest Tree Species by the CAMCORE Cooperative**. Raleigh, NC. USA : College of Natural Resources, NCSU, p. 34-51, 2000.

GALUCHA, S. C.; Higa, A. R.; Mora, A. L.; Campo, I. P. V. Caracterização fenológica de clones selecionados de *Pinus taeda*. **Pesquisa Florestal Online**. Disponível em <<http://200.17.237.141/online/arquivo032.htm>>. Acesso em 29 mai 2003.

CRUZ, C. D. e REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa : UFV, 1994.

GWAZE, D. P. Performance of some interspecific F₁ pine hybrids in Zimbabwe. **For. Genetic**. v. 6, n. 4, p. 283-289, 1999.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 11. Ed. Piracicaba : Nobel, 1985.

NAMIKAWA FIER, I. S. **Variação genética e métodos de melhoramento par *Pinus maximinoi* H. E. Moore em Telêmaco Borba - PR**. 2001.46p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Paraná.

NIKLES, D. G. Experience with some *Pinus* hybrids in Queensland, Austrália. In: **SYMPOSIUM ON HYBRID BREEDING AND GENETICS OF FOREST TREES**, 2000, Noosa. **Anais...** Noosa, Queensland - Australia : QFRI/CRC-SPF, 2000. p.27-43.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, p. 507-512, 1974.

6. Agradecimentos

Agradecemos a Klabin S. A. por todo apoio e incentivo. A equipe de técnicos florestais Abel, Barbosa, Benato e Valdir pelos trabalhos realizados. A revisora deste trabalho Eliane Blood, pelas sugestões. E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização do mesmo.

POTENCIAL DE CRESCIMENTO DE CLONES DE *Pinus* spp. NA REGIÃO DE TELÊMACO BORBA - PR

Adriano Emanuel Amaral de Almeida
 Klabin S. A. – Melhoramento Genético Florestal
 (adrianoe@klabinpr.com.br)
 Ivone Satsuki Namikawa Fier
 Klabin S. A. – Coordenadoria de Pesquisa Florestal
 (namikawa@klabin.com.br)
 José Aldezir de Luca Pucci
 Klabin S. A. – Gerência Geral Florestal

INTRODUÇÃO

Atualmente a área total de plantio com o gênero *Pinus*, no sul do Brasil, supera um milhão de hectares, sendo que seiscentos mil hectares estão localizados no estado do Paraná. A madeira é utilizada em diversos segmentos, como serrarias, laminadoras e indústrias de celulose e papel.

Com as mudanças climáticas e o desenvolvimento da hibridação inter - específica, o interesse por espécies de *Pinus* tropicais aumentou significativamente nos últimos anos, devido ao maior potencial de crescimento de tais espécies frente às comercialmente plantadas no sul do Brasil (*Pinus taeda* e *Pinus elliottii*).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de crescimento de clones de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii*, *Pinus maximinoi*, *Pinus chiapensis* e o híbrido *Pinus elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis*, em competição na região de Telêmaco Borba – PR.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados no presente trabalho, 42 clones com 7 anos de idade, pertencentes a Klabin S. A. no estado do Paraná, sendo 4 de *Pinus chiapensis*, 10 de *Pinus elliottii*, 11 de *Pinus maximinoi*, 7 de *Pinus* híbrido (*Pinus elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis*) e 10 de *Pinus taeda*. O delineamento utilizado foi blocos casualizados, com 5 repetições e 6 plantas por parcela. O espaçamento utilizado foi o de 3,00 x 2,50 m.

Clones provenientes da mesma espécie ou híbrido foram agrupados na casualização dos tratamentos. E por se tratar de clones, não foi considerada a informação dentro de parcela, sendo utilizada a média da mesma para a avaliação das características de crescimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância

Os resultados das análises de variância individuais para as características de crescimento, diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (ALT), volume individual com casca (Vcc) e incremento médio anual (IMA) dos 42 clones avaliados aos 7 anos de idade, apresentaram efeito significativo pelo teste F ($P < 0,01$), o que é um indicativo da diversidade genética entre os clones avaliados. Os coeficientes de variação experimental para DAP, ALT, Vcc e IMA apresentaram valores baixos, revelando boa precisão experimental. As estimativas dos coeficientes de determinação genotípica, ao nível de médias de parcela, para as características de crescimento, apresentaram valores semelhantes e acima de 95 %, indicando que as mesmas encontram-se sob elevado controle genético, fazendo com que o desempenho da população formada por meio de propagação vegetativa dos clones superiores seja reflexo destes.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		DAP	ALT	Vcc	IMA
Blocos	4	42,47	14,04	0,0166	434,42
Genótipos	41	66,47 **	21,32 **	0,0248 **	813,22 **
Resíduo	164	2,01	1,01	0,0009	34,75
Média		17,71	12,08	0,1361	24,15
CV exp (%)		8,00	8,32	21,70	24,41
h_m^2		96,98	95,27	96,48	95,73

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TESTE DE MÉDIAS (Scott Knott)

Observa-se pelo teste de médias, que houve a formação de seis grupos para incremento médio anual (IMA).

Os clones de *Pinus* híbrido (*Pinus elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis*), apresentaram as maiores médias do experimento e foram classificados isoladamente nos dois primeiros grupos, dividindo o terceiro grupo com quatro clones de *Pinus maximinoi*.

Os demais clones de *P. maximinoi* foram classificados no quarto grupo, com exceção de um, classificado no quinto grupo. No quinto grupo, também foram classificados todos os clones de *Pinus taeda*.

Os clones de *Pinus elliottii*, apresentaram crescimento abaixo do *Pinus taeda* e foram classificados no quinto grupo, com exceção de um, classificado no sexto grupo.

E por fim, os clones de *Pinus chiapensis*, apresentaram as menores médias do experimento, sendo classificados no sexto grupo, com exceção de um, classificado no quinto grupo.

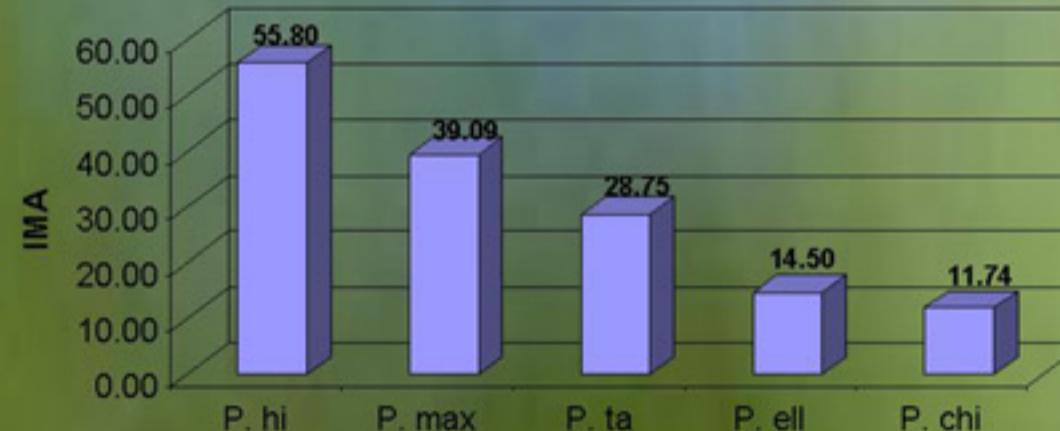
Desta forma, verifica-se que os clones de *Pinus* híbrido apresentaram o maior potencial de crescimento, seguidos pelos clones de *Pinus maximinoi*. Os clones de *Pinus taeda*, apesar de terem sido classificados juntamente com vários clones de *Pinus maximinoi*, ficaram abaixo dos melhores clones do mesmo.

O baixo desempenho dos clones de *Pinus chiapensis*, pode ser explicado pela curva de crescimento da espécie, que é reduzida na idade juvenil e intensificada na idade adulta.

IMA (m ³ /ha/ano)					
Clones	Espécies	Médias *	Clones	Espécies	Médias *
19	<i>P. híbrido</i>	55,80 a	40	<i>P. taeda</i>	23,90 d
21	<i>P. híbrido</i>	53,08 a	33	<i>P. taeda</i>	23,76 d
15	<i>P. híbrido</i>	48,62 b	35	<i>P. taeda</i>	22,64 d
20	<i>P. híbrido</i>	45,50 b	39	<i>P. taeda</i>	22,44 d
16	<i>P. híbrido</i>	40,29 c	36	<i>P. taeda</i>	22,33 d
26	<i>P. maximinoi</i>	39,09 c	24	<i>P. maximinoi</i>	21,58 d
17	<i>P. híbrido</i>	35,05 c	23	<i>P. maximinoi</i>	16,56 e
30	<i>P. maximinoi</i>	34,06 c	11	<i>P. elliottii</i>	14,50 e
18	<i>P. híbrido</i>	33,91 c	14	<i>P. elliottii</i>	14,36 e
27	<i>P. maximinoi</i>	32,59 c	8	<i>P. elliottii</i>	13,99 e
25	<i>P. maximinoi</i>	31,17 c	10	<i>P. elliottii</i>	13,22 e
41	<i>Pinus taeda</i>	28,75 d	6	<i>P. elliottii</i>	13,18 e
32	<i>P. maximinoi</i>	27,88 d	13	<i>P. elliottii</i>	12,49 e
28	<i>P. maximinoi</i>	27,75 d	4	<i>P. chiapensis</i>	11,74 e
29	<i>P. maximinoi</i>	27,73 d	7	<i>P. elliottii</i>	11,65 e
42	<i>P. taeda</i>	26,07 d	12	<i>P. elliottii</i>	10,57 e
22	<i>P. maximinoi</i>	25,83 d	9	<i>P. elliottii</i>	9,76 e
37	<i>P. taeda</i>	25,14 d	5	<i>P. elliottii</i>	8,70 f
31	<i>P. maximinoi</i>	24,87 d	2	<i>P. chiapensis</i>	5,72 f
38	<i>P. taeda</i>	24,61 d	1	<i>P. chiapensis</i>	5,65 f
34	<i>P. taeda</i>	24,42 d	3	<i>P. chiapensis</i>	3,52 f

* Medias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Produtividade dos Melhores Clones de Cada Espécie/Híbrido aos 7 anos de Idade



CONCLUSÕES

Os resultados indicam que todas as características de crescimento, apresentam variabilidade genética e estão sob elevado controle genético, fazendo com que o desempenho da população formada por meio de propagação vegetativa dos clones superiores seja reflexo destes.

Os clones de *Pinus* híbrido apresentaram o maior potencial de crescimento, seguidos pelos clones de *Pinus maximinoi*. Os clones de *Pinus taeda*, tiveram desempenho intermediário em relação ao ensaio, superando os clones de *Pinus elliottii* e *Pinus chiapensis*.

O melhor clone do *Pinus* híbrido foi 42 % superior ao melhor clone do *Pinus maximinoi* e 94 % superior em relação ao melhor clone de *Pinus taeda*, evidenciando o grande potencial de crescimento deste material, permitindo elevados ganhos com a utilização do mesmo.

A superioridade do híbrido em análise, frente as espécies comercialmente utilizadas pela Klabin no estado do Paraná e aos clones de *P. maximinoi* e *P. chiapensis* é evidente neste experimento. Entretanto, outras questões devem ser analisadas antes da recomendação deste material para plantios comerciais em larga escala, como tolerância a geadas e características de qualidade da madeira para produção de celulose e papel, bem como para produtos sólidos. Tais avaliações estão em andamento.