

BOLETIM DE PESQUISA

ISSN 0103-0013

Numero 36

Dezembro, 1993

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DENSIDADE BÁSICA E PENETRAÇÃO
DO PILODYN EM ESPÉCIES/PROCEDÊNCIAS DE *PINUS* CENTRO-
AMERICANOS EM TRÊS LOCAIS DOS CERRADOS**

Vicente Pongitory Gifoni Moura
Maria Luiza Spinelli Parca

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **EMBRAPA**
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - **CPAC**

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **EMBRAPA**
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - **CPAC**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DENSIDADE BÁSICA E
PENETRAÇÃO DO PILODYN EM ESPÉCIES/PROCEDÊNCIAS DE
PINUS CENTRO-AMERICANOS EM TRÊS LOCAIS DOS CERRADOS**

Vicente Pongitory Gifoni Moura
Maria Luiza Spinelli Parca

Copyright © EMBRAPA-1993
EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 36

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS - CPAC
BR 020 - km 18 - Rodovia Brasília/Fortaleza
CEP 73301-970 - Planaltina, DF Caixa Postal 08223
Telefone: (061) 389-1171 Fax: (061) 389-2953

Tiragem: 200 exemplares

Editor: Comitê de Publicações

Darci Tércio Gomes, Eline Alves de Moraes, Jeanne Christine Claessen de Miranda, Leocádia Maria Rodrigues Mecnas (Secretária-Executiva), Lúcio José Vivaldi, Maria Alice Santos de Oliveira (Presidente), Maria Tereza Machado Teles Walter e Wilson Vieira Soares.

Normalização: Área de Informação do CPAC/Secretaria Executiva do Comitê de Publicações

Revisão gramatical : Emanoelita Cavalcante de Lima

Composição e arte-final:

Secretaria Executiva do Comitê de Publicações

Capa: Jaime Arbués

MOURA, V.P.G.; PARCA, M.L.S. Estudo comparativo entre densidade básica e penetração do pilodyn em espécies/procedências de *Pinus* centro americanos em três locais dos cerrados. Planaltina : EMBRAPA-CPAC, 1993. 19p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 36).

1. *Pinus* - Cerrado. 2. *Pinus* - Procedência. 3. *Pinus* Densidade. 4. *Pinus oocarpa*. 5. *Pinus patula*. 6. *Pinus caribaea*. 7. Pilodyn - Uso. I. PARCA, M.L.S., colab II. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). III. Título. IV. Série.

CDD 634.9751

SUMÁRIO

Resumo.....	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	12
Conclusões.....	17
Referências Bibliográficas	17

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DENSIDADE BÁSICA E PENETRAÇÃO DO PILODYN EM ESPÉCIES/PROCEDÊNCIAS DE *PINUS* CENTRO-AMERICANOS EM TRÊS LOCAIS DOS CERRADOS

Vicente Pongitory Giloni Moura¹
Maria Luiza Spinelli Parca²

Resumo

Foram avaliadas as relações existentes entre a densidade básica da madeira e as medidas de penetração do pino do “pilodyn” em procedências de *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus patula* Schiede & Deppe subsp. *tecunumanii* (Eguiluz & Perry) Styles, *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*, (Senecl.) Barret & Golfari e *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis* (Griseb) Barret & Golfari, em Planaltina (DF), Serranópolis (GO) e Jaciara (MT), áreas de cerrado, aos 12 anos de idade. As diferenças foram altamente significativas tanto para locais como para procedências, nos dois métodos. As procedências de *Pinus oocarpa* de Pimientilla e Mal Paso e de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* de Poptun apresentaram maiores densidades básicas, com menores valores de penetração do pino do “pilodyn”, enquanto as procedências de *P. oocarpa* de Alamicamba e de *Pinus patula* subsp. *tecunumanii* de Yucul e Mount Pine Ridge apresentaram as menores densidades e os maiores valores de penetração do pino do “pilodyn”. *Pinus caribaea* var. *bahamensis* apresentou densidade mais baixa em Planaltina e em Serranópolis do que em Jaciara, além de apresentar comportamento atípico em relação as leituras do “pilodyn” as quais superestimaram a densidade básica. Em Serranópolis, mostrou-se com comportamento inverso ao de *Pinus oocarpa* de Dipilto. As correlações para médias das procedências foram significativas apenas para Planaltina e Jaciara (-0,69 e -0,59). As correlações baseadas em árvores individuais foram altamente significativas ($p < 0,001$) em todos os locais, com os coeficientes variando de -0,43 em Serranópolis a -0,50 em Jaciara, porém foram menores do que as calculadas para as médias das procedências, exceto em Serranópolis.

Palavras chave: *Pinus oocarpa*, *Pinus patula* subsp. *tecunumanii*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, densidade básica, “pilodyn”, procedências.

¹ Pesquisador do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) - EMBRAPA.

² Engenheira Florestal, Bolsista de Aperfeiçoamento do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq).

Abstract

The relationship between wood density and pilodyn-pin penetration was studied in three locations, on a twelve year old tree trial with provenances of *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus patula* Schiede & Deppe subsp *tecunumanii* (Eguiluz & Perry) Styles, *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Senecl.) Barret & Golfari e *Pinus caribaea* Morelet var *bahamensis* (Griseb) Barret & Golfari, cerrado area (savanna). Both locality and provenance, have shown statistical differences of estimating wood density for the two methods. The provenances of *Pinus oocarpa* from Pimientilla and Mal Paso and of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* showed the highest overall means for basic density and lowest values of pilodyn-pin penetration, while the provenances of *P. oocarpa* from Alamicamba and of *Pinus patula* subsp *tecunumanii* from Yucul and Mount Pine Ridge presented the lowest densities and the highest values of pilodyn-pin penetration. *Pinus caribaea* var *bahamensis* presented the lowest value of pilodyn-pin penetration at Planaltina and at Serranópolis than at Jaciara; this material presented an atypical behavior, with the pilodyn measurements overestimating the wood density mainly at Planaltina and Serranópolis. At Serranópolis, it showed an inverse trend when compared to *Pinus oocarpa* from Dipilto. The correlations for provenance means were significant only for Planaltina and Jaciara (- 0,69 e - 0,59). The correlation based on individual trees were highly significant ($p < .001$) in all localities, with the coefficients varying from - 0,43 at Serranópolis to - 0,50 at Jaciara, however they were lower than the ones estimated for the provenance means, except for Serranópolis.

Key words: *Pinus oocarpa*, *Pinus patula* subsp *tecunumanii*, *Pinus caribaea* var *hondurensis*, *Pinus caribaea* var *bahamensis*, wood density, pilodyn, provenances.

Introdução

Nos programas de melhoramento, a seleção de árvores matrizes é baseada principalmente em características externas tais como: retidão do fuste, forma da copa, inserção e espessura dos galhos, altura, diâmetro e taxa de crescimento. Devido aos altos custos e tempo dispendido na coleta de amostras de madeira, com a necessidade do abate de árvores e preparo das amostras de madeira em laboratório, negligencia-se freqüentemente, a avaliação da qualidade da madeira. Esta seleção baseada somente nas características fenológicas pode resultar em uma segunda geração com indivíduos de madeira não adequada para vários usos e finalidades.

Já foi demonstrado que, para algumas espécies de *Pinus* existe baixa ou nenhuma correlação entre taxa de crescimento e densidade da madeira, como em *Pinus strobus* L. (Gilmore & Jokela, 1978), em *Pinus elliottii* Engelm. (Guth, 1980), *Pinus caribaea* Morelet (Barnes et al., 1977), *Pinus elliottii* var *elliottii* (Pinheiro et al., 1983); *Pinus caribaea*, *Pinus oocarpa* e *Pinus patula* Schiede & Deppe subsp. *tecunumanii* (Eguiluz & Perry) Styles (Wright et al., 1988). Entretanto, correlações negativas têm sido observadas para algumas espécies acima testadas e outras, e.g., *Pinus elliottii* (Slooten, 1977); *Pinus radiata* D. Don (Turvey & Smethurst, 1985 e Wilkes, 1989) e *Pseudotsuga menziensis* (Mirb) Franco var *menziensis* (Hernandez & Adams, 1991). Portanto, a seleção baseada apenas no crescimento, poderá resultar no estabelecimento de povoa-mentos com baixa densidade básica média.

Para minimizar este problema, faz-se necessário desenvolver-se um método fácil e barato de acessar densidade básica da madeira. Gough & Barnes (1984) afirmaram que métodos não destrutivos e rápidos de acessar densidade devem ser encontrados, mesmo que estes sejam menos precisos. Isso eleva a probabilidade de seleção para o fim desejado.

O “pilodyn” (registrado com a marca PROCEQ SA, Zurique) foi desenvolvido na Suíça para avaliar o grau de podridão da madeira de postes

de transmissão, e atualmente vem sendo empregado na estimativa da densidade básica da madeira. O aparelho funciona através da injeção de um pino rígido sob pressão constante no tronco, lendo-se a profundidade da penetração numa escala lateral do mesmo. Além de ser um método não destrutivo, apresenta ainda as vantagens de rapidez, isenção de erros sistemáticos por parte do operador, a não necessidade de extração de amostras de madeira com sondas, e de custos inferiores a outros métodos.

A penetração do pino é inversamente proporcional à densidade básica, já que uma maior resistência da madeira à sua penetração significa madeira mais dura e obviamente de maior densidade.

Hoffmeyer (1978) citado por Micko et al. (1982), demonstrou que as correlações feitas com o “pilodyn” em 50 árvores de *Abies alba* Mill. mostraram-se significantes com um $r = - 0,80$. Taylor (1981) encontrou correlação de $- 0,81$ entre a penetração do pino do “pilodyn” e peso específico para *Pinus taeda* L. Cown (1978) comparou a eficiência do “pilodyn” e do torsiômetro com densidade básica de amostras de segmentos da parte externa em *radiata*, obtendo coeficiente de correlação de $- 0,86$, e recomendou o seu uso nos levantamentos rápidos de densidade da madeira e no ordenamento de grupo de árvores, clones, famílias por classes de densidade. Semelhante grau de correlação foi obtido por Micko et al. (1982), entre a penetração do pino do “pilodyn” com a densidade da parte externa da amostra da madeira de *Picea glauca* (Moench) Voss, o recomendando seu uso em programas de melhoramento. Gough & Barnes (1984), compararam métodos de estimar densidade, o “pilodyn” e dois outros métodos e confirmaram sua eficiência no ordenamento de diferentes famílias de *P. elliotii* em Zimbabwe. Os autores citam como vantagem a redução de custos e tempo; o uso de “pilodyn” requereu apenas 5% do tempo levado para coleta e preparo de amostras de madeira.

Villeneuve et al. (1987) concluíram que as estimativas feitas pelo “pilodyn” em estágios iniciais do desenvolvimento das plantas é confiável apenas para *Pinus banksiana* Lamb. e não para *Picea mariana* (Mill.) B. S. P. e recomenda o seu uso apenas em programas com baixa pressão de seleção

para eliminar apenas os indivíduos que produzam madeira abaixo da densidade média. Moura et al. (1987) comparando três métodos de acessar densidade, encontrou correlações significativas entre médias de árvores de *Eucalyptus* spp e médias de procedências de *E. camaldulensis*, com "r" variando de 0,66 à 0,90 para todos os métodos em dois locais. O uso do "pilodyn" foi mais eficiente na classificação de espécies e procedências ao nível de média, porém não foi confiável na seleção de árvore a nível individual. Moura & Santiago (1991) em experimentos com espécies e procedências de *Pinus* spp (centro-americanos) no Cerrado, concluíram que a eficiência do "pilodyn" varia de acordo com a espécie/procedência e recomendam que estudos adicionais devam ser realizados para melhorar a eficiência do mesmo. Porém, apenas três indivíduos por parcela foram utilizados para as comparações entre o método do "pilodyn" e o de cálculo de densidade por baguetas; um maior número de árvores seria o aconselhável, para este tipo de trabalho.

As espécies/procedências parecem ter forte influência na confiabilidade do uso deste aparelho principalmente quando estas estão sob estresse de crescimento (Villeneuve et al., 1987).

Este trabalho teve como objetivo comparar os métodos de avaliação de densidade da madeira em espécies e procedências de *Pinus* centro-americanos em três locais no Cerrado.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado a partir de um experimento de espécies/procedências de *Pinus* centro-americanos aos 12 anos de idade

O ensaio com diferentes espécies e procedências de *Pinus* foi instalado na região dos cerrados, em Planaltina (DF), Serranópolis (GO) e Jaciara (MT), cujas coordenadas geográficas e dados de clima estão dispostos na Tabela 1. As localizações geográficas e dados climáticos de suas regiões de origem estão na Figura 1 e Tabela 2.

TABELA 1 - Coordenadas geográficas e dados climáticos dos locais de experimentação.

Local	Latitude Sul	Longitude Oeste	Alt. m	Ppt. mm	Temp. Média ° C
Jaciara (MT)	16° 02'	56° 59'	480	-	-
Serranópolis (GO)	17° 53'	51° 43'	850	1547	22,0
Planaltina (DF)	15° 35'	47° 42'	1000	1525	21,8

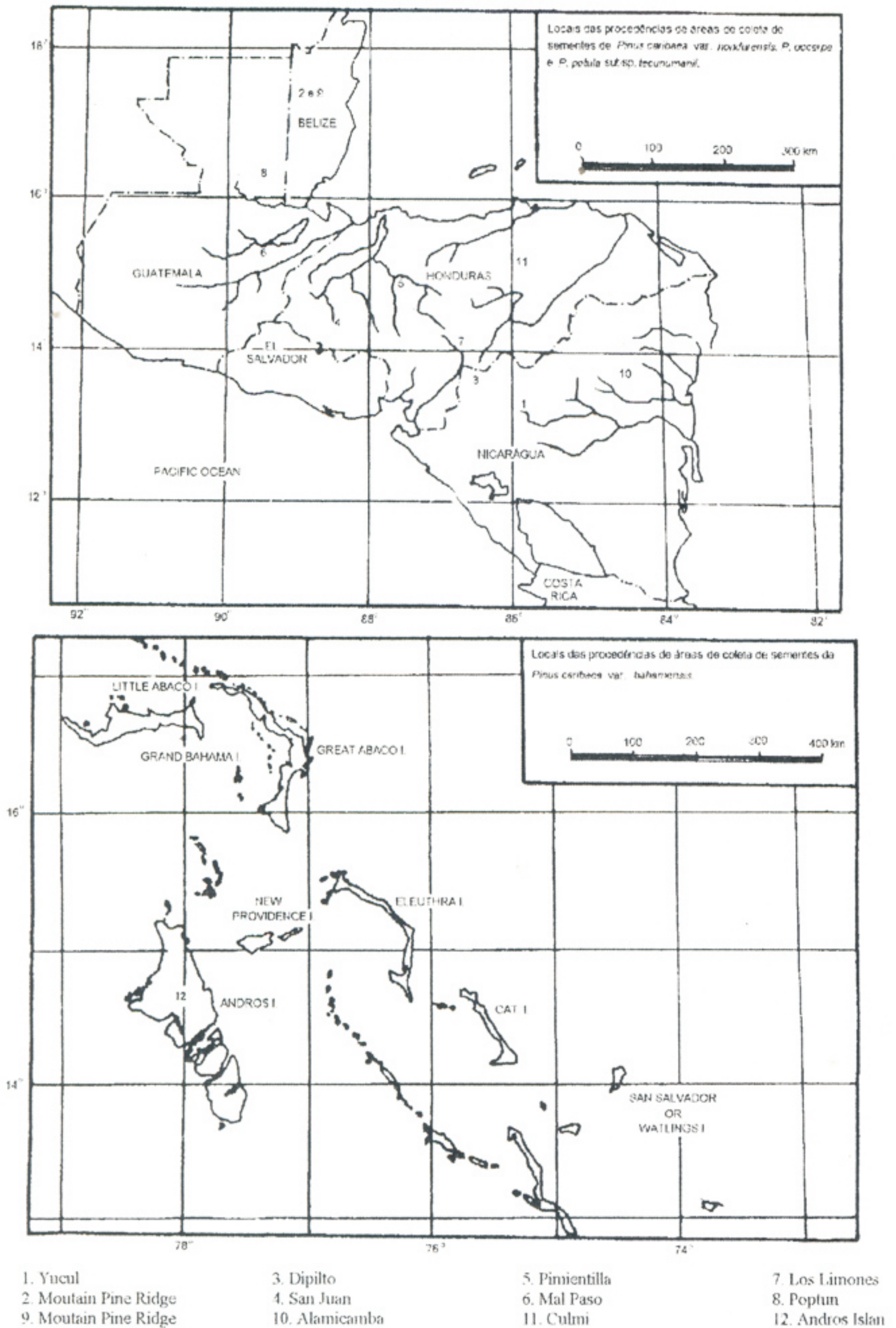


FIG. 1 - Área de ocorrência natural das procedências de *Pinus* centro-americanos.

TABELA 2 - Coordenadas geográficas e dados climáticos dos locais de origem de espécies/procedências de *Pinus* centro-americanos.

Espécie	Procedência.	País	Latit. Norte	Long. Oeste	Altit. m	Ppt. mm	Temp. Média
<i>P. oocarpa</i> (Po)	Dipilto (DIP)	Nicarágua	13° 43'	87° 30'	1200	1146	21,3 °C
	San Juan (SJU)	Honduras	14° 24'	88° 23'	1290	1261	20,2 °C
	Mal Paso (MPA)	Guatemala	15° 11'	89° 21'	1000	1800	22,4 °C
	Pimientilla (PIM)	Honduras	14° 54'	87° 30'	750	1134	23,5 °C
<i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i> (Pch)	Culmi (CUL)	Honduras	15° 06'	85° 37'	550	1325	24,3 °C
	Los Limones (LLI)	Honduras	14° 03'	86° 42'	700	663	22,2 °C
	Poptun (POP)	Guatemala	16° 21'	89° 25'	500	1688	24,2 °C
	Mt. Pine Ridge (MPC)	Belize	17° 00'	88° 55'	400	1558	23,9 °C
	Alamicamba (ALA)	Nicarágua	13° 34'	84° 17'	25	2610	27,3 °C
<i>P. caribaea</i> var <i>bahamensis</i> (Pcb)	Andros Island (AIS)	Bahamas	24° 53'	78° 07'	10	1055	25,4 °C
		Belize	17° 00'	88° 55'	700	2064	21,2 °C
<i>P. patula</i> subsp <i>tecunumanii</i> (ppt)	Mt. Pine Ridge (MPR)						
	Yucul (YUC)	Nicarágua	12° 55'	85° 47'	900	1394	22,4 °C

O desenho experimental foi em blocos ao acaso, com doze tratamentos e cinco repetições, em parcelas quadradas de 49 plantas dispostas num espaçamento de três metros, com bordadura de uma planta nas extremidades de cada linha.

Para a tomada das leituras do “pilodyn” foram escolhidos os pontos do tronco sem casca, no sentido leste-oeste, para a retirada das baguetas com a sonda Pressler, em seis árvores por parcela, escolhidas aleatoriamente, para o cálculo da densidade.

Na determinação da densidade básica foram utilizadas amostras (baguetas) retiradas de casca a casca, através da medula. Este método tem sido utilizado na estimativa do valor da densidade para toda a árvore. O “pilodyn” acessa a penetração equivalente a uma zona externa que vai de 7 a 13 mm e a confiabilidade na produção de estimativas de valores que se relacionam com toda árvore é dependente da existência de um alto coeficiente de correlação entre a parte externa e interna do tronco. Trabalhos anteriores demonstraram que as correlações são mais significativas quando são feitas entre as leituras do “pilodyn” e a parte externa da amostra da madeira, embora as correlações entre a parte externa e interna também foram altamente significativas, para as espécies/procedências usadas neste trabalho (Moura & Santiago, 1991).

Os dados de penetração de “pilodyn” e densidade básica média foram submetidos a uma análise de variância.

Resultados e Discussão

A análise de variância na Tabela 3 mostra que as diferenças foram altamente significativas tanto para locais como para procedências, quando a densidade foi estimada por qualquer um dos dois métodos, apesar de que o percentual da variação total para procedências, foi menor para o “pilodyn” do que para densidade básica.

TABELA 3 - Análise de Variância para penetração média do “pilodyn” (PYM) e densidade básica, aos doze anos de idade, para doze espécies/procedências, nos locais de Planaltina (DF), Serranópolis (GO) e Jaciara (MT).

Fonte de Variação	PY Média			DB Média	
	G.L.	QM	%	QM	%
Local	2	2,972***	79,1	5,37**	55,4
Repetição dentro Local	12	0,144***	3,8	0,43	9,4
Procedência	11	0,532***	14,2	2,50***	25,8
Local X Procedência	22	0,063*	1,7	0,61**	6,3
Resíduo	132	0,044	1,2	0,29	3,1

Observação: Os valores de Quadrado Médio (QM) de DB Média deverão ser multiplicados por 0,001

As procedências de *Pinus oocarpa* (Po) de Pimientilla (PIM) e Mal Paso (MPA) e de *Pinus caribaea* var *hondurensis* (Pch) de Poptun (POP) apresentaram as maiores médias gerais de densidade básica, com menores valores de penetração do “pilodyn” (Tabela 4), enquanto as procedências de Po de Alamicamba (ALA) e de *Pinus patula* subsp *tecunumanii* (Ppt) de Yucul (YUC) e Mount Pine Ridge (MPR) apresentaram as menores densidades e os maiores valores de penetração do “pilodyn” (Figura 2a). *Pinus caribaea* var *bahamensis* (Pcb) de Andros Island (AIS) apresentou a menor leitura de penetração do “pilodyn”, entretanto sua densidade básica foi baixa, comparável com as acima citadas, cujas densidades foram as menores entre todas. Resultado semelhante foi relatado em outras situações (Birks & Barnes, 1990; Moura & Santiago, 1991).

TABELA 4 - Valores médios de penetração do “pilodyn” (PYM) e densidade básica média (DBM) para espécies/procedências de *Pinus* centro-americanos em três locais do Cerrado.

Espécie	Proc.	LOCAL											
		Planaltina		Seranópolis				Jacara					
		PYM cm	DBM g/cm ³	PYM cm	DBM g/cm ³	PYM cm	DBM g/cm ³	PYM cm	DBM g/cm ³				
Pch	ALA	1,3067	a	0,3696	c	1,0050	abc	0,4053	bcd	0,9800	ab	0,4067	ab
Ppt	MPR	1,1983	ab	0,3931	abc	1,0683	a	0,4123	abcd	0,9967	ab	0,4193	ab
Ppl	YUC	1,1567	abc	0,4066	abc	1,1000	a	0,4073	bcd	1,0933	a	0,3961	b
Po	DIP	1,1350	abc	0,4102	ab	1,0283	ab	0,4431	a	0,9967	ab	0,4228	ab
Pch	CUL	1,1267	abc	0,3831	bc	0,9017	bcd	0,4289	abcd	0,9483	abc	0,4211	ab
Pch	LLI	1,1000	abc	0,4065	abc	1,0100	abc	0,3956	d	0,8767	bc	0,4330	ab
Po	SJU	1,0650	bc	0,4216	ab	0,9783	abcd	0,4326	abc	0,9800	ab	0,4234	ab
Po	MPA	1,0550	bc	0,4265	a	0,9550	abcd	0,4397	ab	0,9600	ab	0,4303	ab
Po	PIM	1,0533	bc	0,4249	a	0,8933	bcd	0,4446	a	0,9067	abc	0,4372	a
Pch	MPC	1,0500	bc	0,4049	abc	0,8950	bcd	0,4130	abcd	0,8583	bc	0,4227	ab
Pch	POP	1,0283	bc	0,4235	a	0,8633	cd	0,4302	abcd	0,9000	abc	0,4346	a
Pcb	AIS	0,9900	c	0,3951	abc	0,8317	d	0,4019	cd	0,7567	c	0,4250	ab
Médir		1,1054		0,4054		0,9377		0,4212		0,9633		0,4226	

Na análise por local, verifica-se que houve similaridade na classificação das procedências entre os três locais e o efeito local x procedência não interferiu seriamente com; o ordenamento nos três locais. Note-se que embora a interação local x procedência tenha sido altamente significativa, o percentual da variação total para as leituras do “pilodyn” e densidade básica foram apenas de 1,7 e 6,3 % respectivamente (Tabela 3). O material de Pcb foi o que apresentou comportamento mais atípico, com as leituras do “pilodyn” superestimando os valores de densidade básica obtidos pela avaliação das baguetas. Semelhante resultado com Pcb já foi notado por Birks & Barnes (1990). As densidades básicas desse material foram mais baixas em Planaltina (Figura 2b) e em Seranópolis (Figura 2c), do que em Jacara (Figura 2d). A taxa de crescimento desta espécie em condições de altitude mais elevada (acima de 500 m) tem sido consideravelmente menor do que quando testadas no litoral (Shimizu & Masaki, 1990), condições ecológicas mais semelhantes às de sua região de origem. É provável que o seu plantio em altitudes superiores a 800 m, tenha apresentado estresse de crescimento. Estes resultados confirmam Kellog & Hamn (1984), citados por Villeneuve et al. (1987), os quais verificaram que medidas do “pilodyn” e do torsiômetro, feitas em árvores sob estresse de crescimento, são sujeitas a severas imprecisões na estimativa da densidade da madeira de árvores em pé. Os resultados obtidos em Jacara (500m), mostraram alta correlação entre os valores de penetração do “pilodyn” e os da densidade básica (Figura 2d). Isso indica ausência de estresse e maior adaptabilidade de Pcb.

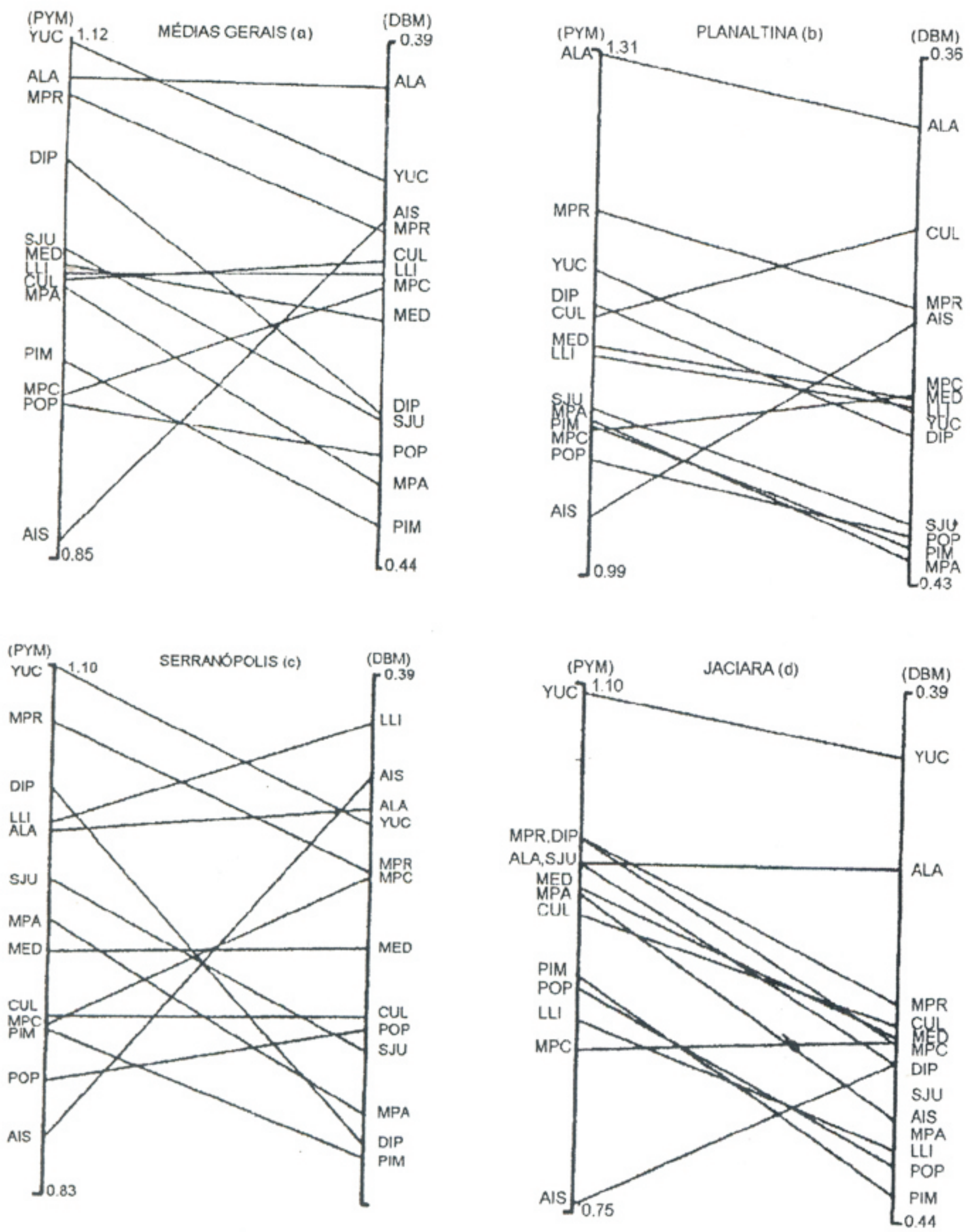


FIG. 2 - Ordenamento de procedências de *Pinus* centro-americanos por médias a partir de análise de variância da penetração média do pino de "pilodyn" (PYM) e densidade básica média (DBM) em três locais. (a) Médias gerais dos locais; b) Planaltina; (c) Serranópolis e (d) Jaciara.

Em Jaciara, as diferenças entre os valores de densidade foram significativas apenas para as procedências de Ppt de YUC e Pch de ALA (maior densidade) e a de Po de PIM (menor densidade). Em Serranópolis, Po de DIP apresentou comportamento inverso ao do material de Pcb (Figura 2c). Os valores do “pilodyn”, subestimaram a real densidade básica encontrada para esta procedência. Em Jaciara, o percentual da variação total de procedência, devido ao “pilodyn” foi consideravelmente maior do que devido a densidade básica, contrário ao verificado nos outros locais (Tabela 5). Nas condições ambientais de Jaciara, a formação do lenho por certo sofreu influências ambientais mais fortes do que nos outros locais, com os valores de densidade básica convergindo para uma mesma direção, não perceptível através das leituras feitas pelo “pilodyn”.

TABELA 5 - Análise de Variância para penetração média do “pilodyn” em madeira retirada ao nível do DAP, aos doze anos de idade, para doze espécies/procedências, testadas em três locais do Cerrado, mostrando QM (Quadrado Médio), %, (Porcentagem de Variação Total) e significância do Teste F.

	G.L.	Planaltina				Jaciara				Serranópolis			
		PYM		DBM		PYM		DBM		PYM		DBM	
Fonte de Variação		QM	%	QM	%	QM	%	QM	%	QM	%	QM	%
Procedência	11	0,0374**	53,4	15,6***	56,4	0,0366**	74,2	6,8*	59,3	0,0358***	57,3	14,8***	74,1
Repetição	4	0,0326*	46,6	8,9*	32,1	0,0127	25,8	1,6	14,1	0,0266**	42,7	2,5	12,7
Resíduo	44			3,2	11,5			3,0	26,6			2,7	13,2

* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$

Observação: Os valores de Quadrado Médio (QM) de Densidade básica média (DBM) deverão ser multiplicados por ,001

As correlações para médias das procedências (Tabela 6a) foram significativas apenas para Planaltina e Jaciara (- 0,69 e - 0,59). Em Serranópolis, o baixo coeficiente de correlação (- 0,21) reflete o comportamento atípico tanto do material de DIP quanto do de Pcb (Figura 1c). As correlações baseadas em árvores individuais foram altamente significativas ($p < .001$) em todos os locais, com os coeficientes variando de - 0,44 em Serranópolis a - 0,50 em Jaciara (Tabela 6b), e menores do que as calculadas para as médias das procedências, exceto em Serranópolis. Estes coeficientes foram menores do que os encontrados por Cown (1978) para clones de *P. radiata*, e por Taylor (1981) para *P. taeda* aos 21 anos e por Micko et al. (1982) com *Picea glauca*. Vale salientar que estas diferenças seriam esperadas, já que alguns destes autores, compara-

ram a penetração do “pilodyn” com a densidade calculada na parte externa da amostra. Além disto, neste trabalho, as comparações foram feitas agrupando material de origem genética diversa, enquanto os outros autores trabalharam com uma única espécie, ou seus clones.

TABELA 6 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) baseadas em médias (a) e para árvores individuais (b) de espécies/procedências de *Pinus* centro-americanos, aos doze anos de idade, são mostrados entre densidade básica média (DBM) e leituras do “pilodyn” (PYM) medidos à altura do peito em três locais.

(a) (g.l. = 10)			
Local	Planaltina	Serranópolis	Jaciará
Correlação (r)	- 0,69	- 0,21	- 0,59
Nível de significância	0,04	0,51	0,013
(b) (g.l. = 358)			
Correlação (r)	-0,47	-0,44	-0,50
Nível de significância	0,0001	0,0001	0,0001

As correlações entre os dois métodos dentro de espécies/procedências foram significantes para cerca de 90% das comparações (Tabela 7). A ausência de correlação entre a densidade básica e leituras do “pilodyn” já foi evidenciada em outras situações, como demonstrado em famílias de *Pinus elliottii* em Zimbábue (Gough & Barnes, 1984) e para *Eucalyptus* spp e procedências de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. no Brasil (Moura et al., 1987). A procedência de Pch de ALA, apenas em Serranópolis apresentou correlação significativa, embora com baixo valor. Ao contrário, a procedência de Ppt de YUC, apresentou o maior coeficiente de correlação em Planaltina e Serranópolis. Em Jaciara, este coeficiente embora significativo, foi baixo em relação aos outros. Moura et al. (1987) sugerem que a baixa correlação dentro de espécies/procedências são devidas às condições ambientais dentro de locais, que influenciam a forma de variação da densidade dentro do tronco.

TABELA 7 - Coeficiente de correlação (r) entre densidade básica e penetração do “pilodyn” medidos à altura do peito em teste de espécies/procedências de *Pinus* centro-americanos.

Espécie/Procedência	Planaltina (DF)	Serranópolis (GO)	Jaciara (MT)
Pcb AIS	- 0,40 *	- 0,66 ***	- 0,39 *
Pch CUL	- 0,40 *	- 0,38 *	- 0,52 **
Pch LLI	- 0,52 **	- 0,60 **	- 0,24 n.s.
Pch POP	- 0,46 **	- 0,45 **	- 0,54 **
Pch MPC	- 0,62 **	- 0,51 **	- 0,63 **
Pch ALA	- 0,17 n.s.	- 0,37 *	- 0,13 n.s.
Po DIP	- 0,53 **	- 0,51 **	- 0,72 ***
Po SJU	- 0,55 **	- 0,41 *	- 0,48 **
Po MPA	- 0,39 *	- 0,49 **	- 0,52 **
Po PIM	- 0,15 n.s.	- 0,36 *	- 0,43 **
Ppt MPR	- 0,47 **	- 0,38 *	- 0,70 ***
Ppt YUC	- 0,65 ***	- 0,70 ***	- 0,42 **

* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$

Conclusões

Houve similaridade na classificação de espécies e procedências, entre os três locais testados.

O material de Pcb foi o que apresentou comportamento mais atípico, nas duas avaliações, com valores do “pilodyn” superestimados quando comparados aos da densidade básica obtida pelas baguetas, o que indica que material genético sob estresse de crescimento pode afetar a estimativa da densidade da madeira por esse método.

As condições ambientais locais influenciaram as estimativas feitas pelo “pilodyn”.

O “pilodyn” pode ser utilizado na seleção individual de plantas, porém com resultados mais precisos, em condições de adaptação mais favoráveis.

Referências Bibliográficas

- BARNES, R.D.; WOODEND, J.J.; SCHWEPPENHAUSER, M.A. & MULLIN, L.J. Variation in diameter growth and wood density in six-year-old provenance trials of *Pinus caribaea* Morelet on five sites in Rhodesia. *Silvae Genetica*, v.26, n. 5-6, p.163-167, 1977.

- BIRKS, J.S. & BARNES, R.D. Provenance variation in *Pinus caribaea*, *P. oocarpa* and *P. patula* subsp. *tecunumanni*. Oxford Grã-Bretanha: University of Oxford, 1990.40p. (Tropical Forestry Papers, 21)
- COWN, D.J. Comparison of the "pilodyn" and torsionmeter methods for the rapid assessment of wood density in living trees. **New Zealand Journal of Forest Science**, v.8, n. 3, p.384-391, 1978.
- GILMORE, A.R. & JOKELA, J.J. Relationship of wood specific gravity, height and diameter of white pine to geographic source of seed. (Champaign): University of Illinois, 1978 2 p. (Forestry Research Report, 78)
- GOUGH, G. & BARNES, R.D. A comparison of three methods of wood density assessment in a *Pinus elliottii* progeny test. **South African Forestry Journal** v.128, p.22-25, 1984.
- GUTH, E.B. de Relationship between wood density and tree diameter in *Pinus elliottii* of Misiones, Argentina. Oxford: s.n.1980, 36p. Iufro Division 5 Conference. Abstract.
- HERNANDEZ, J.V. & ADAMS, W.I. Genetic variation of wood density components in young coastal Douglas-fir: implications for tree breeding. **Canadian Journal of Forestry Research** v.21:p.1801-1807, 1991.
- MICKO, M.M.; WANG, E.I.C.; TAYLOR, F.W. & YANCHUCK, A.D. Determination of wood specific gravity in standing white spruce using a pilodyn tester. **The Forestry Chronicle** v.58: p.178-180, 1982.
- MOURA, V.P.G.; BARNES, R.D. & BIRKS, J.S. A comparison of three methods of assessing wood density in provenances of *E. camaldulensis* Dehnh and other *Eucalyptus* species in Brazil. **Australian Journal of Scientific Research** v.17: p.83-90, 1987.
- MOURA, V.P.G. & SANTIAGO, J. Densidade básica da madeira em espécies de *Pinus* tropicais determinada através de métodos não destrutivos. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. 14P. (Boletim de Pesquisa, 33).
- PINHEIRO, G. de S.; PONTINHA, A. de A. S. & SOUZA, W. A. Determinação da densidade básica de *Pinus elliottii* Engelm. var *elliottii* a três diferentes idades em Itapetininga. **Boletim Técnico do Instituto Florestal** v. 37: p.19-29, 1983.
- SHIMIZU, J.Y. & MASSAKI, K. Crescimento e qualidade de fuste de espécies e procedências de *Pinus* tropicais em São Paulo e Santa Catarina. In: Congresso Florestal Brasileiro, 6, 1990, Campos do Jordão. Trabalhos Convidados, Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1990. v.1: p.104-108.

- SLOOTEN, H. van der. . (IBDF. **Comunicação Técnica, 13**). A importância da densidade da madeira na produtividade florestal. (Brasília): IBDF, 1977. 8pPNUD/FAO/IBDF/BRA-45.
- TAYLOR, F.W. Rapid determination of southern pine specific gravity with a pilodyn tester. **Forest Science**, v.27, n.1 p.59-61, 1981.
- TURVEY, N.D. & SMETHURST, R.J. Variation in wood density of *Pinus radiata* D.Don across soil types. **Australian Forest Research**, v.15, n.1, p.43-50, 1985.
- VILLENEUVE, M.; MORGENSTERN, E.K. & SEBASTIAN, L.P. Estimation of wood density in family tests of jack pine and black spruce using a Pilodyn tester. **Canadian Journal of Forestry Research**, v.17, p.1219-1222, 1987.
- WILKES, J. Variation in wood density of *Pinus radiata* in New South Wales, Australia. **Canadian Journal of Forestry Research**, v.19, n.3, p.289-294, 1989.
- WRIGHT, J.A.; GIBSON, G.L. & BARNES, R.D. Provenance variation in stem volume and wood density of *Pinus caribaea*, *Pinus oocarpa* and *Pinus patula* subsp *tecunumanii* in Puerto Rico. **Turrialba**, v.38, n.2, p.123-126, 1988.

