

ESTUDOS SÔBRE PRODUÇÃO E FORMA
DO FUSTE DO Pinus taeda L.
NUMA ÁREA DE ENSAIO DE ADUBAÇÃO
NA FAZENDA CANGUIRI

Hildebrando de Miranda Flor

Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Universidade Federal do Paraná

Setor de Ciências Agrárias

Curitiba - Paraná

Abril-1977

ESTUDO SÔBRE PRODUÇÃO E FORMA
DO FUSTE DO Pinus taeda L.
NUMA ÁREA DE ENSAIO DE ADUBAÇÃO NA
FAZENDA CANGUIRI

Tese

Submetida a consideração da Comissão
examinadora como requisito parcial
na obtenção do título de

Mestre em Ciências - M.Sc.

na

Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor
de Ciências Agrárias da Universidade Federal
do Paraná.

APROVADA: _____




MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS


COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

PARECER

Os membros da Comissão Examinadora designada pela Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato HILDEBRANDO DE MIRANDA FLOR, sob o título "ESTUDO SOBRE PRODUÇÃO E FORMA DO FUSTE DO Pinus taeda L, NUMA ÁREA DE ENSAIO DE ADUBAÇÃO NA FAZENDA CANGUIRI", para obtenção do grau de Mestre em Ciências - Curso de Pós - Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração: Silvicultura, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, e realizada a atribuição de conceitos, são de parecer pela "Aprovação" da Dissertação, completando assim os requisitos necessário para receber o grau e o Diploma de Mestre.

Curitiba, 19 abril de 1977.


Professor Jarbas Shimizu
1º Examinador


Professor Winfried Erich Blum
2º Examinador




Professor Sylvio Pólicio Netto
Presidente

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos, respectivamente ao seu orientador em Estatística professor Sylvio Péllico Netto por orientar os cálculos Estatísticos' e pelas sugestões a apresentação final deste estudo e ao seu orientador em Silvicultura professor Dr. Fredo Otto' Rittershoffer por sua dedicada orientação, atenção ao em prestar bibliografias complementares e também pelas sugestões a apresentação final deste trabalho. Expressa ' ainda seus agradecimentos aos professores Winfried Erich Blum e Jarbas Yukio Shimizu pelas sugestões e reformulações no texto deste trabalho.

Manifesta especial agradecimento ao Dr. Luiz' Carlos Nascimento Tourinho, diretor do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, por facilitar os meios de acesso e de coleta dos dados na área do plantio.

Profundo agradecimento é reservado à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, nas pessoas das professoras Suzana Gonçalves e Maria Lúcia ' Vilhena Garcia, pelas Bolsas de Estudos concedidas.

Ao Conselho Deliberativo, da Fundação Zoobotânica do Distrito Federal, pela votação favorável ao seu' afastamento temporário.

Agradecimentos particulares aos professores ' Pedro J. da Costa Muniz, Casemiro Kenski, Hélio Olímpio' da Rocha, Carlos Bodziak Junior, Hernani Godoy, Sidon Kei nert Junior e a todos aqueles que de algum modo contribuíram na elaboração deste trabalho.

À Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia' Florestal ao custear as despesas de programação de dados

Finalmente, à Munira Kéde de M. Flor, sua esposa, pelos excelentes trabalhos datilográficos da tese.

BIOGRAFIA

O autor nasceu em Belém, Pará. Fez seus estudos Primário, Iniciação e Mestria Agrícola em sua cidade natal e o Curso Agrotécnico na Universidade Rural de Pernambuco. Em 1960 iniciou o curso de Engenharia Florestal, na Escola Nacional de Florestas na atual Universidade Federal de Viçosa, mas por motivo de transferência com a Escola, graduou-se, Engenheiro Florestal em 1964, em Curitiba, Paraná.

Em janeiro de 1965, iniciou suas atividades profissionais como técnico da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, atuando no Grupo Interdepartamental de Povoamento do Maranhão. De maio a dezembro de 1967, fez um curso de treinamento em Pesquisas Florosas na Estação de Experimentação Florestal do Governo do Japão, em Tóquio.

Em meados de 1968, transferiu-se para a Fundação Zoobotânica do Distrito Federal trabalhando subseqüentemente como engenheiro chefe, da Estação Florestal 'Cabeça do Veado, do Serviço de Experimentação e Pesquisas Naturais e do Serviço de Parques e Reservas Naturais.

De agosto a novembro de 1975, atuou como engenheiro florestal da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco - Ministério do Interior e atualmente, é professor de Silvicultura do Curso de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília.

Ingressou no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, em março de 1973 concluindo os créditos em junho de 1974.

À minha espôsa
e filhos

Aos meus pais
e irmãos

CONTEÚDO

	PÁGINA
1 - INTRODUÇÃO.....	01
2 - REVISÃO DE LITERATURA	03
3 - MATERIAL	06
3.1 - Espécie	06
3.2 - Localização	07
3.3 - Geologia.....	08
3.4 - Solo	08
3.5 - Clima	09
3.6 - Plantação	11
3.6.1 - Plano Experimental	12
3.6.2 - Preparo da área	13
3.6.3 - Fertilização	13
3.6.4 - Preparo e plantio das mudas..	13
3.6.5 - Tratos Silviculturais	14
4 - MÉTODO	16
4.1 - Preparo e Medição das Árvores	16
4.2 - Determinação de volume	17
4.2.1 - Método de Smalian	18
4.2.2 - Equação de Regressão	18
4.3 - Determinação dos fatores de forma ...	20
4.3.1 - Fator de forma artificial ...	20
4.3.2 - Fator de forma natural	21
5 - RESULTADOS	23
5.1 - Médias	23
5.2 - Análise de Variância	26
5.3 - Intervalo de Confiança	33
5.4 - Teste de Tukey	34
5.5 - Equação de regressão	35
5.6 - Análise da Variância	40

6 - DISCUSSÃO	44
7 - CONCLUSÕES	46
8 - RESUMO	47
SUMMARY	48
LITERATURA CITADA	49
APÊNDICES	53

LISTA DE QUADROS

QUADRO Nº	PÁGINA
01 - Resultados analíticos médios das amostras de solo do perfil nº 1(1965)	15
02 - Valores médios das avaliações por tratamento	24
03 - Fatores de forma naturais médios sem casca, por tratamento	25
04 - Fatores de forma naturais médios com casca, por tratamento.....	25
05 - Análise da variância das alturas médias..	27
06 - Análise da variância dos diâmetros médios sem casca	28
07 - Análise da variância dos diâmetros médios com casca	29
08 - Análise da variância dos volumes médios ' sem casca	29
09 - Análise da variância dos volumes médios ' com casca	30
10 - Desdobramento dos graus de liberdade do efeito da interação P x K sôbre o volume' com casca	30
11 - Desdobramento dos graus de liberdade do efeito da interação P x K sôbre o volume' sem casca	31
12 - Análise da variância do fator de forma <u>ar</u> tificial sem casca	32
13 - Análise da variância do fator de forma <u>ar</u> tificial com casca	32

14 - Erros padrões e intervalos de confiança dos fatores de forma naturais, sem e com casca.	34
15 - Teste de Tukey a 95 e 99% de probabilidade.	35
16 - Equações da variável combinada para volume' sem casca, por parcela, desvio da estimativa e coeficiente de determinação	36
17 - Equações da variável combinada ajustada para volume com casca por parcela, desvio da estimativa e coeficiente de determinação...	37
18 - Análise da variância, para equação de volume sem casca por tratamento.....	40
19 - Análise da variância, para equação de volume com casca, por tratamento	42

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº	PÁGINA
1 - Localização, da Fazenda Experimental, do Canguiri	07
2 - Croquis da localização do plantio, na área da Fazenda Experimental do Canguiri.	10
3 - Diagrama climático da Fazenda Experimental do Canguiri do Setor de Ciências Agrárias. Média de 5 anos	11
4 - Esquema da distribuição de árvores, em uma parcela	12
5 - Representação esquemática das secções da árvore	19
6 - Esquema da medição do fuste, para coleta dos dados usados nos cálculos do fator ' de forma natural, pelo método de Hohe - nadl	22
7 - Relação linear entre o volume do fuste ' sem casca $V(m^3)$ em função da variável ' combinada $D^2H(cm^2 \times m)$	38
8 - Relação linear entre o volume do fuste ' com casca $V(m^3)$ em função da variável ' combinada $D^2H(cm^2 \times m)$	39

1 - INTRODUÇÃO

Um método muito importante para estimar o volume médio de árvores de tamanhos variados é o da tabela de volume. Na construção e uso destas tabelas são utilizadas árvores do povoamento em medição, havendo assim uma representação média dos valores verdadeiros do povoamento.

Nos trabalhos de construção de tabelas de volume o fator de forma exerce as seguintes influências:

1 - Influências diretas - quando o fator é usado na verificação da variação entre as formas das árvores que irão compor as tabelas ou então usado nas construções da tabela de volume formal e da tabela de fator de forma.

2 - Influências indiretas - quando existem variações em volume, induzidas pelas diferentes formas que as árvores possam apresentar, porque a técnica de construção de tabela de volume mesmo sem usar o fator de forma está relacionada com a variação da forma de cada árvore, que por si difere dos sólidos geométricos padrões.

Os problemas que poderão advir com o uso do fator de forma surgem quando ele é calculado em função do volume porque ambos estão relacionados com o diâmetro à altura do peito, e a altura do fuste e a relação entre estes varia com o sítio.

É de se supor então que um plantio, cobrindo diferentes sítios ou mesmo um sítio com diferentes tratamentos de solo, mesmo sendo equiano, apresente variações em diâmetro e altura modificando o fator de forma e influenciando a eficiência da tabela de volume.

A maneira prática de avaliar estas variações é a análise, das variáveis altura e diâmetros e subsequentemente do volume e do fator de forma das árvores que compõem os tratamentos.

Este trabalho tem como objetivo determinar, se o efeito dos fertilizantes na altura, diâmetro, volume e fator de forma de Pinus taeda, nove anos após a aplicação, altera tais variáveis, ao ponto de dificultar a construção de tabela de volume.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

Para amostragens distribuídas em extensas plantações, para construção de tabela de volume de coníferas Heinsdijk et alii (17) estudaram a variação da forma das árvores empregando a fórmula: $F_m = \frac{V_m}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H}$

onde: V_m - volume real de madeira sem casca

F_m - fator de forma para madeira sem casca

$D_{1,30}$ - diâmetro à altura do peito com casca

H - altura total da árvore

Ainda no citado trabalho variando o fator de forma com a relação $D_{1,30}^2 \times A$, foi feita a análise da variância apenas para V_m por classe de diâmetro a intervalo de 2,5 cm.

As árvores de Cryptomeria japonica, Pinus elliptica e Cunninghamia lanceolata não apresentaram forma significativamente diferente, mas, para Araucaria angustifolia a diferença na forma das árvores dos vários grupos estudados foi altamente significativa devido a diferença na espessura da casca.

Estudando linhas de regressão, Heinsdijk (16) suspeitou que o fator de forma da Araucaria angustifolia modificava-se paralelamente aos crescimentos em diâmetro e altura. Devido a isto, elaborou primeiro a tabela de fator de forma usando a fórmula anterior e a seguinte: $F_m = a_0 + a_1 \times D_{1,30} + a_2 \times H$, onde a_0 , a_1 e a_2 são os parâmetros da equação de regressão do fator de forma balanceado. A partir da tabela de fator de forma foi construída a tabela de volume pela fórmula: $V = F_m \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_{1,30}^2 \cdot H$

Campos (05) estudando o índice de sítio e as tabelas de volume e produção nas plantações de Pinus elliottii no Estado de São Paulo, verificou, que a maior variação no volume e produção ocorreu entre as árvores individuais devido ao fato de a forma variar significativamente entre as árvores de tamanhos diferentes, mesmo dentro de uma localidade de condições ambientais uniformes.

De acôrdo com estes fatos, a forma das árvores aparece como uma variável direta ou indiretamente ligada aos cálculos de tabela de volume.

A técnica de manejo do povoamento influencia no volume de madeira produzida (18) e este por sua vez é considerado função de sua altura média (04). Entretanto, Spurr (28) cita que a altura da árvore independe do espaçamento, exceto em densidades extremas.

Em plantações de Pinus caribaea Morelet, sobre solos apropriados ao desenvolvimento da espécie no Suriname, De Vries (08) comparou as formas do fuste de maneira relativa com e sem casca, encontrando uma forma mais cônica para a primeira, cujo fator de forma natural foi de 0,495 e de 0,513 para o fuste sem casca.

A influência dos fatores edáficos e fisiográficos sobre o crescimento das árvores é importante (04). Entre os fatores do ambiente que estão associadas ao crescimento das árvores o solo é o mais importante, embora fatores como a topografia, temperatura, altitude e outros, as vezes, sejam determinantes locais no crescimento das árvores (19).

Estudos ecológicos definiram que o crescimento de Pinus elliottii plantados nas unidades de solo latossolo vermelho amarelo, fase arenosa, latossolo verme -

lho escuro, fase arenosa e regossolo, com transição ou desenvolvimento para latossolo ou podsolo poderá ser melhorado com uma adequada fertilização química destas unidades (29).

Nos plantios de Pinus caribaea Morelet com 2 anos de idade sôbre latossolo vermelho amarelo fase arenosa, em São Paulo (26), a testemunha, sem calcário nem NPK, produziu 2,78 metros em altura e 2,8 centímetros de diâmetro. O tratamento contendo três toneladas de calcário dolomítico, 60 kg de N, 100 kg de P_2O_5 e 20 kg de K_2O por hectare, produziu 4,16 m de altura por 5,7 cm de diâmetro.

Pelas análises do experimento fatorial 2^3 com NPK com três repetições de Pinus patula Schl & Chan sôbre latossolo vermelho escuro de Sete Lagoas, MG, Correa et alii (07) demonstram que a fertilização química poderá modificar o sítio e portanto alterar as variáveis medidas para construção de tabela de volume.

3 - MATERIAL

3.1 - Espécie

O Pinus taeda L, é uma conífera do grupo Australes e pertence à Sub-seção Pinaster e Sub-gênero Diplyoxylon (23), ocorrendo naturalmente nos Estados Unidos da América.

Pelo mapa apresentado por Mirov (23) a ocorrência natural do Pinus taeda dá-se principalmente nas áreas dos seguintes estados: sudeste da Virginia, leste de Carolina do Norte, quase toda a Carolina do Sul e Mississipi, toda a Georgia e Alabama, sul do Tennessee e norte da Florida. As distribuições nos Estados de Arkansas, Louisiana e Texas estão separadas da área de principal ocorrência. As árvores dessa última região são mais resistentes à seca (23).

Em seu sítio, o clima caracteriza-se por invernos frios e verões muito quentes e secos (12).

De um modo geral os valores climáticos das áreas naturais da espécie em questão, são os seguintes (12)

Temperatura média do mês mais frio, varia de 2 - 15° C.

Temperatura média do mês mais quente, varia de 24 - 26° C.

Precipitação média anual de 920 a 1550 mm.

O clima é muito importante na propagação da espécie, haja visto que logo após a polinização, em maio, a temperatura e a vaporização afetam de maneira crítica a produção de sementes (20). A Precipitação durante a diferenciação do primórdio em julho, também parece ser um

fator significante; o tempo frio e úmido, em março ,
possivelmente retarda a fertilização que é favorecida
pelo clima quente e sêco, de abril (20).

O Pinus taeda L é economicamente muito valie
so nos Estados Unidos, devido a sua utilização, bom
crescimento e grandes diâmetros que alcança (13).

3.2 - Localização

A área da plantação do Pinus taeda, de onde
foram coletados os dados para o estudo, ocupa uma exten
são de aproximadamente 2,33 hectares, constituindo par
te das terras da Fazenda Experimental do Canguiri, do
Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Paraná.

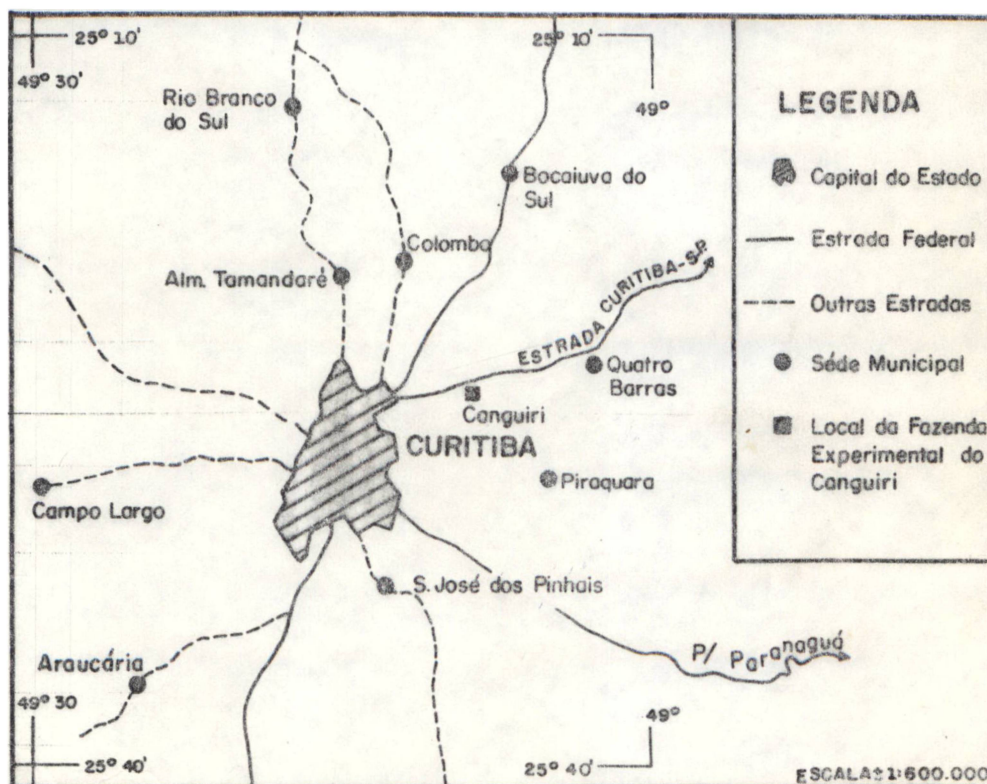


Figura 1 -Localização, da Fazenda Experimental do Canguiri,

A Fazenda Experimental está localizada no município de Piraquara, distando aproximadamente 20 km, da cidade de Curitiba, Paraná (Figura 1) a 25° 25' de latitude sul e 49° 12' de longitude oeste de Greenwich numa altitude de 905 m. sobre o nível do mar. Na figura 2 observa-se em detalhe o local dos talhões onde foram coletados os dados do plantio experimental de Pinus taeda.

3.3 - Geologia

A área do estudo pertence ao primeiro planalto paranaense situada entre as cidades de 'Quatro Barras' e Curitiba e assentada diretamente sobre as rochas de sedimento da idade pleistocênica (3). Os depósitos aí formados, são do quaternário antigo onde predominam os argilitos e os arcósios seguidos em ordem de importância por depósitos rudáceos e mais esporadicamente por margas (3). Tais sedimentos possuem coloração original parda ou cinza amarela, adquirindo cor avermelhada devido ao intemperismo nos seus afloramentos (3). O relevo local é suavemente ondulado, com declividades entre aproximadamente 3 a 5% com partes planas e outras ligeiramente concavas e convexas. O relevo regional é considerado ondulado.

3.4 - Solo

Antes de efetuado o plantio o Instituto Brasileiro da Potassa fez as análises do solo, através de amostras tiradas na trincheira, nos horizontes entre 2 a 25 cm, de 25 a 50 cm e na profundidade abaixo de 50 cm, do perfil nº 1 visto na Figura 2.

O solo local, enquadrado como grande grupo'

"Rubrozem", apresenta características peculiares dos solos Chernozênicos (Chernozem e Brunizem) e dos Podzolicos Vermelho Amarelo (27). Os resultados analíticos estão apresentados no Quadro 1.

Durante a coleta dos dados para o presente estudo foi aberto outro perfil num local oposto ao do anterior, ainda dentro da plantação, para a realização das observações adicionais da descrição morfológica e das características analíticas da unidade, vistas no Apêndice II.

3.5 - Clima

No local onde foi efetuado o estudo, o clima está caracterizado como pluvial, temperado-fresco subtropical, sempre úmido, possuindo segundo a classificação de W. Koeppen o tipo Cfb (22).

Os verões são brandos e as geadas ocorrem entre maio e setembro, havendo possibilidades de mais de 5 geadas noturnas, ao ano (22). A temperatura média do mês mais quente é abaixo de 22°C e a do mês mais frio, superior a 13°C.

A umidade relativa média expressa em porcentagem, está entre 90 e 93 %, sendo portanto muito alta. Devido possivelmente aos ventos marítimos de Leste e Sudeste que condensam a umidade na Serra do Mar, ocorrem na região as chuvas orográficas (22). As chuvas são suficientes em todos os meses em comparação com o ambiente natural do Pinus taeda e o início pluviométrico está acima de 1000 mm anualmente. O mês mais seco tem ainda 60 mm de chuvas.

Os dados meteorológicos médios que compõem o

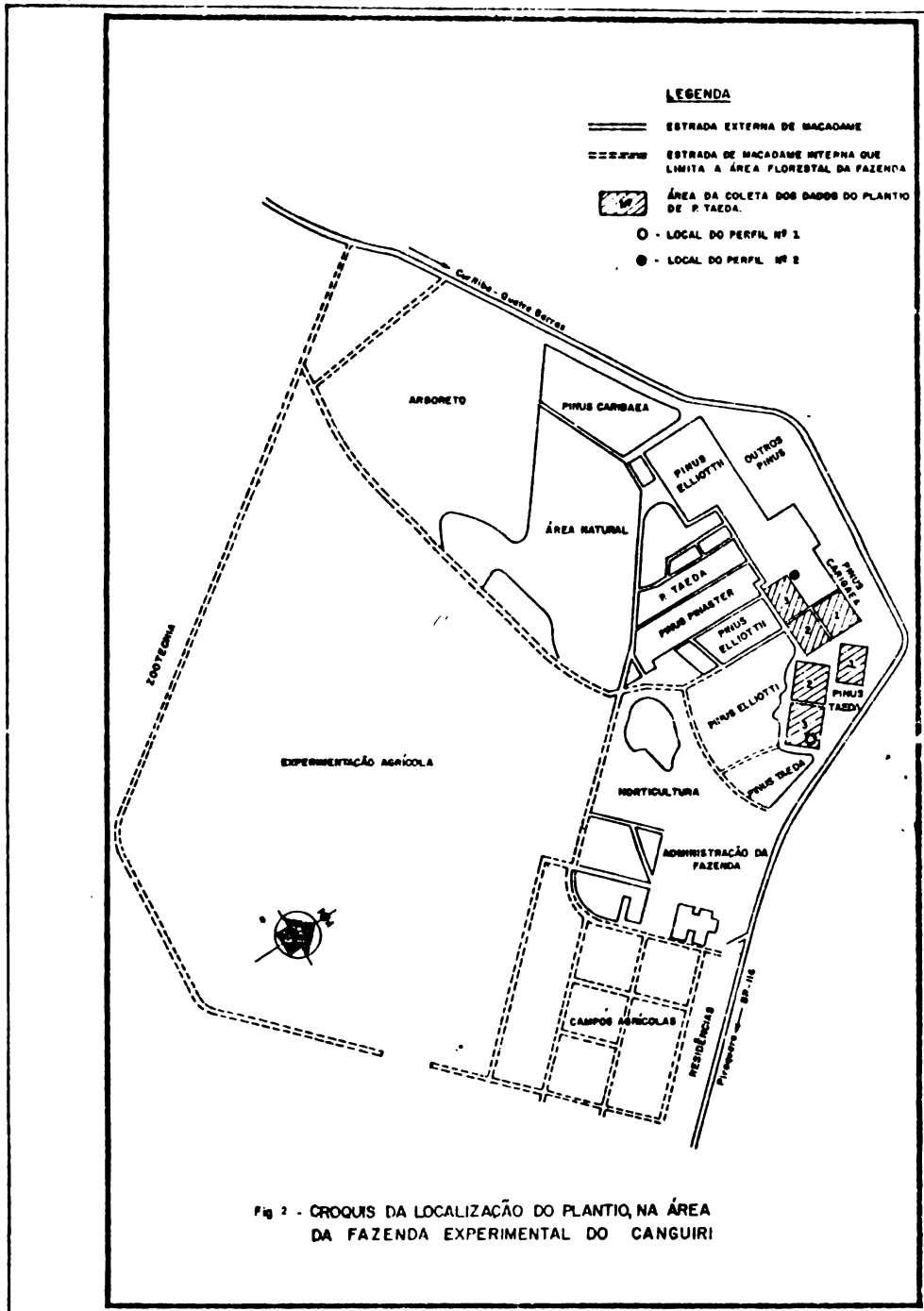


Fig. 2 - CROQUIS DA LOCALIZAÇÃO DO PLANTIO, NA ÁREA DA FAZENDA EXPERIMENTAL DO CANGUIRI

Apêndice III foram cedidos pelo professor Hernani Gedeý do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo e referem-se às observações diárias, durante o período de janeiro de 1970 a agosto de 1974, no posto meteorológico da Fazenda Experimental de Canguiri do Setor de Ciências Agrárias. Com estes dados foi elaborado o diagrama da Figura 3.

3.6 - Plantação

O plantio foi executado em 1965 por Velrat Ven Deichmann e Pedro da Costa Muniz, na época, respectivamente, professores de Silvicultura da Faculdade de Florestas e da Faculdade de Agronomia, com o objetivo de estudar o efeito da adubação em vários níveis, segundo os seguintes procedimentos.

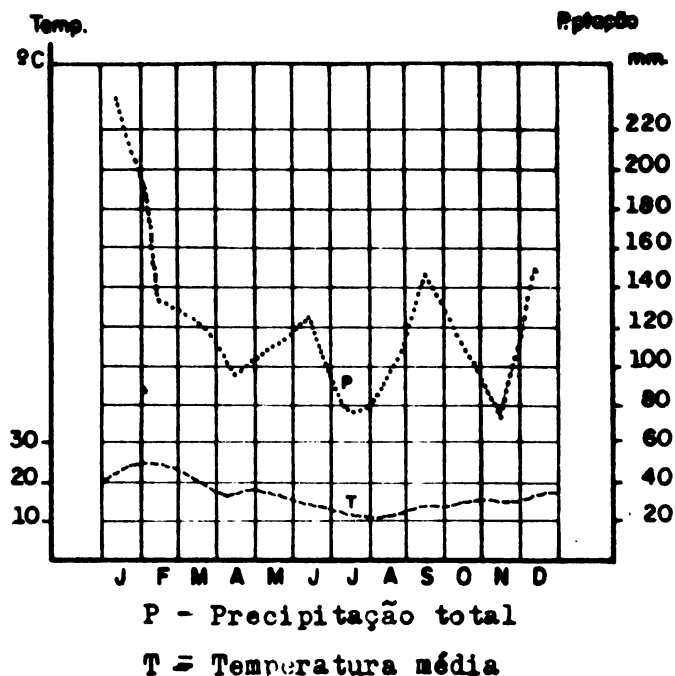


Figura 3 - Diagrama climático da Fazenda Experimental do Canguiri do Setor de Ciências Agrárias. Média de 5 anos.

3.6.1 - Plano Experimental

O experimento foi planejado com os fatores, N(nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio).

Cada fator foi aplicado em três ní - veis, sendo: para nitrogênio N=0, N=1 e N=2; para fósfo ro P=0 , P=1, P=2 e para potássio K=0, K=1 e K=2.

A combinação particular de um nível ' de um fator com um nível de cada um dos outros dois fa - tores compõem um tratamento. Como exemplo, a notação ' 012 simboliza o tratamento N P K, totalizando 27 trata - mentos arranjados num experimento fatorial 3^3 . Os 27 tratamentos foram distribuídos em três blocos, com re - petição no confundimento W (Apêndice VI) de dois graus' de liberdade da interação tríplice.

Cada bloco foi constituído de nove ' parcelas em forma retangular, com 108 árvores cada, Fi - gura 4, plantadas num espaçamento 2,0 x 2,0 m.

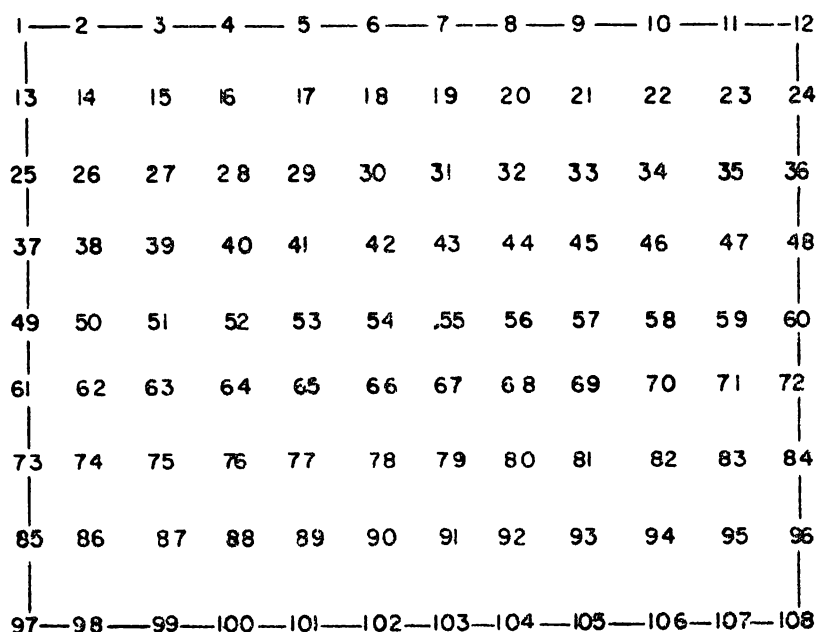


Figura 4 - Esquema da Distribuição de árvores, em uma ' Parcela.

3.6.2 - Preparo da área

O terreno não foi arado, mas somente limpo com roçadeira mecânica e, em abril de 1965, foram abertas as covas para o plantio.

3.6.3 - Fertilização

O nitrogênio foi fornecido sob a forma de sulfato de amônio (20% de N) nas doses de 0, 100 e 200 g de N por cova; o fósforo sob as formas de superfosfato simples (20% de P_2O_5) e fosfato de Olinda (30% de P_2O_5) foram aplicadas nas dosagens de 0, 50 e 100 g de anidrido fosfórico insolúvel em água e, o potássio, sob a forma de cloreto (60% de K_2O) aplicado nas doses de 0, 33 e 66 g de K_2O por cova.

O calcário dolomítico foi aplicado a razão de um quilograma por cova em todos os tratamentos, inclusive na testemunha (000).

A aplicação dos adubos, por cova, foi efetuado um mês após a calagem.

3.6.4 - Preparo e plantio das mudas

As sementes do Pinus taeda, foram importadas do Estado da Georgia, Estados Unidos da América. As mudas foram produzidas no viveiro florestal da própria Fazenda Experimental, sendo a semeadura executada em outubro de 1964.

O plantio de campo, foi realizado com raiz nua em 24 e 25 de maio de 1965, poucos dias após a aplicação dos adubos nas covas. Isso, porém, provocou perdas de muitas mudas nas parcelas adubadas, devido aos efeitos prejudiciais dos fertilizantes quando em contato

direto com as raízes das mudas. Devido a isto, foi feito replantio na segunda quinzena de julho revolvendo a terra das covas e abrindo um orifício onde, após colocada a muda, encheu-se de terra sem adubo para isolar as raízes do contato direto com os fertilizantes.

3.6.5 - Tratos Silviculturais

No mesmo dia do plantio e em alguns dias subsequentes, as mudas foram regadas.

Ao redor de cada muda foi mantida, por um certo tempo, uma área de aproximadamente 50 cm de diâmetro, livre de vegetação invasora.

Em março do ano seguinte, toda a área foi novamente roçada mecanicamente e, em agosto do mesmo ano, foi repetida a adubação em cobertura conforme o plano, sendo os fertilizantes distribuídos em torno das plantas, previamente coroadas, respeitando uma distância mínima de aproximadamente 20 cm do caule. A cobertura dos adubos foi feita com enxada(24).

Em junho de 1972 foram efetuadas podas em todas as árvores a alturas que variaram entre metade a dois terços da altura total das árvores.

Quadro 1 - Resultados analíticos médios das amostras de solo do Perfil nº 1. 1965.

Características	Profundidade em cm.		
	2-25	25-50	abaixo de 50
pH (H ₂ O)	4,38	4,38	4,42
Matéria orgânica %..	4,37	2,28	1,51
Nitrogênio total %..	0,17	0,10	0,07
P(me P ₂ O ₅ /100g)....	0,07	0,05	0,05
K(me K/100g).....	0,12	0,08	0,06
Ca (me Ca/100g).....	0,40	0,35	0,30
Mg (me Mg/100g).....	0,13	0,06	0,06
H (me H/100g)	19,80	15,80	11,37
Soma das bases trocáveis (S) me/100 g.....	0,65	0,49	0,42
Capacidade de troca(Tc) me/100 g	20,45	16,31	11,79
Saturação de bases(v%)	3,2	3,2	3,7

Fonte : Muniz et alii (24)

4 - MÉTODO

A coleta dos dados foi efetuada em julho de 1974. Das 108 árvores que compunham cada parcela, apenas 70 foram consideradas, porque foi mantida uma linha de bordadura em torno das parcelas. O critério de escolha foi a aleatorização por número proporcional de árvores por classe de diâmetro (04 e 17). Por exemplo, se na classe de diâmetro de 0,01-2,50 cm haviam seis árvores, duas delas foram escolhidas; se houvessem 10 árvores, na classe de 2,51-5,00 cm, três seriam marcadas, até serem completadas 20 árvores por parcela, contando que houvesse um número representativo de todos os tamanhos das árvores que compunham cada parcela experimental.

4.1 - Preparo e Medição das Árvores

As derrubadas das 20 árvores marcadas por parcela foram feitas com a moto serra procurando-se fazer o corte bem rente ao chão e evitar muitas variações nas alturas reais dos fustes.

As árvores derrubadas foram desgalhadas e marcadas com cortes centrapostos na casca, com facão, até alcançar madeira limpa.

Cada par de corte na casca marcou as várias alturas onde foram efetuadas as coletas das informações desejadas.

De cada fuste foram coletados os seguintes dados:

- 1) Altura total - Medida do ponto de corte ao ápice do fuste.
- 2) Diâmetro - Os diâmetros para cálculo de

volume e fator de forma artificial foram medidos nas seguintes alturas: 0,00m, 0,30m, 1,30m e a cada metro a partir de 1,30m de altura até o topo da árvore.

Os diâmetros com e sem casca, para o cálculo do fator de forma natural nas alturas relativas em cada fuste, foram tomados nos pontos, a 9/10, 7/10, 5/10, 3/10 e 1/10 da altura total (Apêndice V) a partir do topo da árvore. Como precisão instrumental foi usada uma graduação a intervalo de 0,25cm.

3) - Espessura da casca- A espessura da casca foi medida com uma escala apropriada de alumínio, graduada em milímetro para o cálculo do volume da madeira sem casca e dos fatores de forma artificial e natural sem casca.

4.2 - Determinação de Volume

Na determinação do volume em metro cúbico, do fuste das árvores derrubadas foi considerado o volume tomado entre as alturas do nível do solo e o ápice da árvore. A Figura 5, seguindo as idéias de Loetsch et alii (21), mostra o detalhamento diferenciando partes de onde devem ser coletados os dados para o cálculo do volume total da árvore e do fuste.

Como os fustes das árvores adelgaçam-se de uma extremidade a outra tomando as formas paraboloides, neiloides ou cônicas foi necessário dividir o caule em seções, no intuito de computar o volume mais realista possível.

Devido à simplicidade de cálculo foi escolhida a fórmula de Smalian para este trabalho, pois os volumes se destinaram às computações relativas entre as parcelas.

4.2.1- Método de Smalian

A fórmula de Smalian é empregada para calcular o volume por secção e é expressa pela fórmula $V = \frac{A_0 + A_1}{2} C$. A secção da extremidade final da árvore, geralmente com menos de um metro de comprimento, foi avaliada como se fosse um cone e o volume calculado pela fórmula $V = \frac{A_n \cdot C}{3}$ onde V é o volume da secção, A_0 , A_1 e A_n as áreas da extremidade e C o comprimento de cada secção.

Para o cálculo dos volumes totais com e sem casca foi necessário determinar as áreas das extremidades das secções, com e sem casca e aplicar a fórmula:

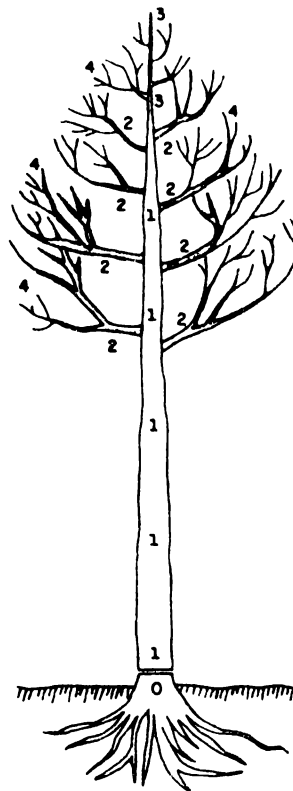
$$V = \frac{A_0 + A_1}{2} C + \frac{A_1 + A_2}{2} C + \dots + \frac{A_{n-1} + A_n}{2} C + \frac{A_n \cdot C}{3}$$

4.2.2 - Equação de Regressão

O volume de árvores individuais, também pode ser obtido através de equações de volume, constituídas em função de duas variáveis independentes de fácil medição que no nosso caso é o diâmetro à altura ' do peito (DAP) e altura total do fuste (H).

É necessário, entretanto, que seja encontrada a equação que se ajuste a cada parcela experimental do Pinus taeda, e que melhor represente a variação média do volume, para equilibrar seus erros por compensação entre árvores com diâmetros variados.

Foi escolhida a equação da variável ' combinada que é considerada a mais indicada para o pinheiro branco (14) e, possivelmente para o Pinus taeda por ser uma função que relaciona o volume (v) em função



$0 + 1 + 2 + 3 + 4 = \underline{\text{volume total da árvore.}}$
 $1 + 3 = \text{volume total ' do fuste da árvore.}$

Fonte: Loetsch et alii (21)

Figura 5 - Representação esquemática das secções da árvore.

do diâmetro à altura do peito elevado ao quadrado (D^2), multiplicado pela altura (H).

A equação da variável combinada tem a seguinte forma funcional: $V = a + b (DAP)^2 \cdot H$
onde: V = volume da árvore, calculado pelo Método de Smalian.

a, b = parâmetros

DAP = diâmetro à altura do peito.

H = altura do fuste, do ponto de corte ao ápice.

Os cálculos da equação de regressão múltipla pelo método dos mínimos quadrados e os testes pela aná-

lise de regressão múltipla foram efetuados por programação elaborada para o computador eletrônico IBM nº 1130 e memória principal 8 K.

A vantagem dos ajustes dos dados colhidos por parcela pelo método de regressão com a respectiva análise da variância é que, além do resultado final da estimativa do volume da amostra, permite conhecer o grau da precisão obtido para as diferentes categorias dimensionais da parcela.

Se forem usados todos os dados colhidos por parcela, para a elaboração de uma tabela de volume e - equilibrada em seus erros por compensação entre árvores finas e grossas, podem advir resultados muito melhores, se a tabela for aplicada em um povoamento equiano homogêneo (05).

Isto poderá ocorrer, obviamente, em plantios com diferentes espaçamentos, com aplicação de fertilizantes a diferentes níveis, ou em solos com variação de fertilidade.

4.3 - Determinação dos fatores de forma

Para efeito do estudo comparativo da variação do fator de forma devido a diferentes fórmulas de adubação, foram adotados dois métodos de cálculo:

4.3.1 - Fator de forma artificial

A maneira mais comum de calcular o fator de forma artificial é pela relação (21): $F = \frac{V}{S_b \cdot H}$ onde o diâmetro D, usado na determinação da área basal (Sb) é tomado à altura do peito e empregado na fórmula (21): $S_b = \frac{\pi D^2}{4}$

Este diâmetro tomado em uma altura fixa (a 1,30 m a partir do nível do solo) em árvores de diversos tamanhos e formas, não expressa a verdadeira forma' do fuste, porque este varia com a altura da árvore, mesmo que a forma da árvore permaneça a mesma. Por essa razão o fator de forma calculado desta maneira é chamado' fator de forma artificial. Comumente, este é expresso ' na dependência do diâmetro à altura do peito \underline{D} e altura \underline{H} (21).

O volume (V) usado na determinação deste fator de forma foi calculado pelo método de Smalian.

4.3.2 - Fator de forma natural

O fator de forma natural é quantitativamente mais eficiente na descrição da forma da árvore, pois as árvores com as mesmas formas geométricas terão o mesmo fator de forma, por mais que variem em altura (01 e 21).

Para o cálculo deste fator de forma' foi adotado o método de Hohenadl, (01 e 21) cuja idéia' é dividir a árvore em cinco seções de igual comprimento (Figura 6) e medir o diâmetro no meio de cada seção. Estes 5 diâmetros a medir estarão numa mesma posição relativa no fuste ou seja nos pontos 9/10; 7/10; 5/10 ; 3/10 e 1/10 da altura total.

Se a coleta dos dados começar na base da árvore (Figura 6) a primeira medição será a ' 9/10 da altura total do fuste ou a 1/10 desta altura total medida a partir do ápice.

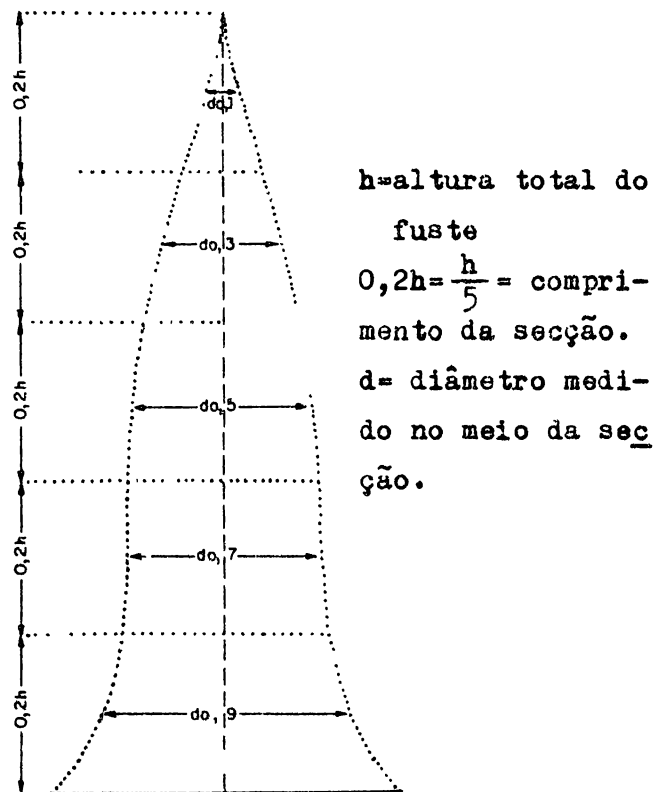
O fator de forma natural, pelo método de Hohenadl (01 e 21) é calculado pela fórmula:

$$f = 0,2 \left[1 + \left(\frac{d_{0,7}}{d_{0,9}} \right)^2 + \left(\frac{d_{0,5}}{d_{0,9}} \right)^2 + \left(\frac{d_{0,3}}{d_{0,9}} \right)^2 + \left(\frac{d_{0,1}}{d_{0,9}} \right)^2 \right]$$

onde : f = fator de forma natural (Apêndice V)

$d_{0,1}$, $d_{0,3}$, $d_{0,5}$, $d_{0,7}$ e $d_{0,9}$ = diâmetros coletados em pontos proporcionais a altura da árvore da árvore, conforme esquema da figura 6.

Tanto para o fator de forma artificial como para o natural após calculados para cada árvore foram feitas as estimativas médias de ambos por tratamento.



Fonte: Loetsch et alii (21).

Figura 6-Esquema da medição do fuste, para coleta dos dados usados nos cálculos do fator de forma natural, pelo método de Hohenadl.

5 - RESULTADOS

5.1 - Médias

Os valores médios (Quadro 2) das variáveis diâmetro e altura coletados no campo e dos volumes e fatores de forma artificiais calculados por árvore individualmente representam as médias aritméticas por parcela, repetida.

Os dados do Quadro 2, permitem observar, principalmente, que na ausência de P e K individualmente, a altura diminuiu progressivamente à medida que a aplicação de nitrogênio aumentou.

Entretanto, na ausência de N a altura aumentou visivelmente com o aumento dos níveis de P e K. Verificou-se a maior altura na combinação P₂ K₁.

Na interação N e P para qualquer nível de fósforo, o diâmetro com casca diminuiu simultaneamente com o aumento das doses de N. Mas, para a interação N e K apenas no nível K₁ houve nítido decréscimo do diâmetro, quando os níveis de N aumentaram, o mesmo acontecendo para os diâmetros sem casca. Na interação N e P apenas nos níveis maiores de fósforo, o diâmetro sem casca decresceu, sempre à medida que as doses de N aumentaram.

Os melhores efeitos sobre os diâmetros, com e sem casca foram devidos ao fósforo na presença do potássio nas dosagens maiores.

Os menores volumes sem e com casca foram observados na combinação 100 e os maiores foram obtidos com a combinação 122.

O Quadro 2 indica que os fatores de forma artificiais médios sem casca por parcela foram maiores que os correspondentes, com casca. O menor valor, do

Quadro 2 - Valores médios, das avaliações por tratamento ,
para 40 observações.

Tratamento	Altura.m.	Diâmetros-cm		Volume-m ³		Fator Forma Art.	
		s/casca	c/casca	s/casca	c/casca	s/casca	c/casca
000	10.12	12.71	14.18	0.072614	0.087126	0.513	0.499
001	10.96	13.49	15.05	0.083503	0.099945	0.491	0.472
002	10.13	12.02	13.53	0.064343	0.079240	0.499	0.491
010	11.16	13.17	14.71	0.083945	0.099922	0.476	0.458
011	10.33	12.78	14.32	0.073883	0.088266	0.529	0.501
012	11.70	14.57	15.96	0.095720	0.111925	0.460	0.449
020	10.75	12.47	14.15	0.080681	0.098180	0.517	0.497
021	11.93	13.61	14.97	0.090963	0.106260	0.480	0.466
022	11.06	13.51	15.14	0.083678	0.101079	0.482	0.465
100	9.73	11.00	12.50	0.052129	0.064995	0.498	0.486
101	10.90	13.01	14.57	0.084353	0.101809	0.500	0.484
102	10.21	12.19	13.46	0.065424	0.077738	0.490	0.482
110	10.92	13.09	14.76	0.078986	0.096237	0.490	0.470
111	10.39	12.90	14.57	0.073763	0.089576	0.494	0.472
112	9.39	11.61	13.22	0.062353	0.077777	0.517	0.506
120	10.72	13.12	14.62	0.081227	0.096617	0.490	0.475
121	10.72	11.53	13.28	0.065481	0.081037	0.539	0.520
122	10.99	13.82	15.46	0.095456	0.114344	0.490	0.475
200	9.80	11.91	13.51	0.065013	0.080826	0.497	0.484
201	9.59	11.49	12.91	0.053506	0.076850	0.509	0.405
202	10.57	12.51	14.27	0.075299	0.090202	0.477	0.466
210	9.97	12.08	13.65	0.073959	0.089733	0.518	0.498
211	10.95	13.14	14.96	0.084290	0.100586	0.491	0.473
212	10.29	12.36	13.85	0.071700	0.086767	0.492	0.479
220	10.55	13.13	14.80	0.082349	0.099657	0.488	0.478
221	10.50	12.79	14.90	0.077486	0.091746	0.488	0.475
222	10.43	12.46	14.04	0.073345	0.089210	0.488	0.474
MEDIA	10.51	12.69	14.24	0.076127	0.091765	0.496	0.481

+Os três dígitos indicam os níveis de N, P e K aplicados.

ex: 012 = N₀ P₁ K₂.

Quadro 3 - Fatores de forma naturais médios sem casca,
de 20 observações, por tratamento.

Trata- mento	Fator de forma nat.	Trata- mento	Fator de forma nat.	Trata- mento	Fator de forma nat.
000	0,485	100	0,469	200	0,443
001	0,475	101	0,463	201	0,474
002	0,464	102	0,464	202	0,440
010	0,452	110	0,475	210	0,482
011	0,486	111	0,465	211	0,466
012	0,461	112	0,458	212	0,454
020	0,464	120	0,463	220	0,465
021	0,460	121	0,464	221	0,470
022	0,474	122	0,462	222	0,431

Quadro 4 - Fatores de forma naturais médios com casca,
de 20 observações, por tratamento.

Trata- mento	Fator de forma nat.	Trata- mento	Fator de forma nat.	Trata- mento	Fator de forma nat.
000	0,455	100	0,439	200	0,411
001	0,441	101	0,437	201	0,435
002	0,432	102	0,432	202	0,416
010	0,424	110	0,442	210	0,446
011	0,459	111	0,432	211	0,436
012	0,434	112	0,433	212	0,427
020	0,427	120	0,429	220	0,433
021	0,436	121	0,435	221	0,444
022	0,439	122	0,438	222	0,402

fator de forma, para o fuste sem casca foi 0,460 e para o fuste com casca foi 0,449, ambos ocorrendo na parcela 012. Enquanto que a parcela 121 apresentou os maiores valores para o fator de forma artificial, onde, para o fuste sem casca, o valor foi de 0,539 e com casca 0,520.

Valores médios do fator de forma natural de 20 árvores sem e com casca por parcela, sem repetição, são mostrados nos Quadros 3 e 4, onde há indicação de que os fatores de forma naturais médios sem casca por parcela foram maiores que os correspondentes, com casca. Observa-se também que o fator de forma decresceu de N_0 para N_2 e os menores valores foram encontrados nos níveis de K_2 .

Para os fatores de forma, sem e com casca, as maiores conicidades foram verificadas na parcela 222, indicando para a forma do fuste sem casca o valor 0,431 e, a menor conicidade (fator de forma 0,486 sem casca e 0,459 com casca) verificou-se na parcela 011.

5.2 - Análise da Variância

Pelas análises da variância, comprovou-se que não houve diferença significativa entre os níveis de adubação sobre o desenvolvimento em altura das árvores (Quadro 5), sendo que apenas o nitrogênio esteve muito próximo da significância ao nível de 10% de probabilidades. Entretanto, houve diferenças altamente significantes entre blocos.

A análise da variância dos diâmetros sem casca (Quadro 6) revelaram também a não significância das diferentes doses dos adubos sobre o incremento em diâ-

Quadro 5 - Análise da variância das alturas médias

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	F.
Nitrogênio	2	1,76	2,51
Fósforo	2	1,01	1,44
Potássio	2	0,075	0,10
Interação N x P	4	0,15	0,21
N x K	4	0,14	0,20
" P x K	4	0,34	0,48
" N x P x K	6	0,50	0,71
Tratamento	24	0,42	0,60
Blocos	5	4,95	7,07 +++
Resíduo	24	0,70	
Total	53		

+++ - Significativo ao nível de 99% de probabilidade.

metro sem casca, havendo diferenças altamente significantes apenas entre blocos.

Os resultados da análise da variância (Quadro 7) demonstraram não ter havido influência significativa das diferentes doses dos adubos sobre o incremento em diâmetro sem casca. Aqui também houve diferenças altamente significantes entre blocos.

Quadro 6 - Análise da variância dos diâmetros médios' sem casca.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	F.
Nitrogênio	2	2,73	2,37
Fósforo	2	2,24	1,94
Potássio	2	0,43	0,37
Interação N x P	4	0,17	0,14
" N x K	4	0,12	0,10
" P x K	4	0,56	0,48
" N x P x K	6	0,26	0,22
Tratamentos	24	0,66	0,57
Blocos	5	6,00	5,21 +++
Resíduos	24	1,15	
Total	53		

+++ - Significativo ao nível de 99% de probabilidade.

A análise da variância dos volumes de madeira sem e com casca aos 9 anos de idade, revelou uma influência significativa do fósforo ao nível de 90 % de probabilidade. Nessa idade não foram constatados os efeitos do nitrogênio e potássio, nem houve interações significantes entre os níveis de N, P e K.

Nos quadros 8 e 9 observam-se significância dos efeitos dos blocos.

Nas análises dos níveis de fertilizantes

Quadro 7 - Análise da variância dos diâmetros médios com casca.

Fonte de Variação	G.L	Q.M.	F.
Nitrogênio	2	1,99	1,34
Fósforo	2	2,21	1,49
Potássio	2	0,39	0,26
Interação N x P	4	0,57	0,38
" N x K	4	0,69	0,45
" P x K	4	1,06	0,71
" N x P x K	6	1,38	0,93
Tratamentos	24	0,65	0,43
Blocos	5	6,43	4,48+++
Resíduos	24	1,48	
Total	53		

+++ - Significativo ao nível de 99% de probabilidade.

Quadro 8 - Análise da variância dos volumes médios sem casca.

Fonte de Variação	G.L	Q.M.	F.
Nitrogênio	2	0,000328	1,656 +
Fósforo	2	0,000636	3,207 +
Potássio	2	0,000039	0,197
Interação N x P	4	0,000037	0,186
" N x K	4	0,000006	0,033
" P x K	4	0,000161	0,812
" N x P x K	6	0,000060	0,303
Tratamento	24	0,000132	0,669
Blocos	5	0,001070	5,393 +++
Resíduo	24	0,000198	
Total	53		

+ - Significativo ao nível de 90% de probabilidade

+++ - Significativo ao nível de 99% de probabilidade.

Quadro 9 - Análise da variância dos volumes médios com casca.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	F.
Nitrogênio	2	0,000355	1,350
Fósforo	2	0,000829	3,152+
Potássio	2	0,000029	0,113
Interação N x P	4	0,000033	0,128
" N x K	4	0,000014	0,055
" P x K	4	0,000230	0,877
" N x P x K	6	0,000075	0,286
Tratamento	24	0,000166	0,633
Blocos	5	0,001392	5,294+++
Resíduo	24	0,000262	
Total	53		

+ - Significativo ao nível de 90% de probabilidade.

+++ - Significativo ao nível de 99% de probabilidade.

Quadro 10 - Desdobramento dos graus de liberdade do efeito da interação P x K sobre o volume com casca.

Fonte da Variação	G.L.	Q.M.	F.
Níveis de P dentro de K - 0	2	0,00058	3,4122++
Níveis de P dentro de K - 1	2	0,0000012	0,007
Níveis de P dentro de K - 2	2	0,000374	2,194
Níveis de K dentro de P - 0	2	0,000295	1,728
Níveis de K dentro de P - 2	2	0,000008	0,0519
Níveis de K dentro de P - 2	2	0,000057	0,3371
Resíduo	30	0,00017	

++ - Significativo ao nível de 95 % de probabilidade.

com desdobramento dos graus de liberdade (Quadros 10 e 11) foram constatadas diferenças significantivas nas interações para os níveis de P dentro de K a 95% de probabilidade para volume sem casca e a 90% para volume sem casca e a 90% para volume com casca, devido aos valores de F dos Quadros 8 e 9 se encontrarem muito próximos dos limites inferiores de significância.

É de notar pelos valores de F nos Quadros 8 e 9 que, para o volume a reação significativa ao fósforo foi duradoura, o mesmo não acontecendo com o nitrogênio e o potássio que tiveram significância em estudo anterior (24)

Observou-se também que o fósforo foi ligeiramente mais atuante sobre o volume de madeira sem casca do que sobre o de madeira com casca, conforme os resultados de F nos Quadros 10 e 11.

Ainda pela análise da variância, para os dados médios do fator de forma artificial sem e com casca (Quadros 12 e 13), também não se verificou efeitos significantes dos fertilizantes.

Quadro 11-Desdobramento dos graus de liberdade do efeito da interação P x K sobre o volume sem casca.

Fonte da Variação

Níveis de P dentro de K-0	2	0,00073	3,281+
Níveis de P dentro de K-1	2	0,0000000	0,000
Níveis de P dentro de K-2	2	0,00055	2,440
Níveis de K dentro de P-0	2	0,000363	1,613
Níveis de K dentro de P-1	2	0,000016	0,0730
Níveis de K dentro de P-2	2	0,00011	0,490
Resíduo	30	0,000225	0,490

+ - Significativo ao nível de 90% de probabilidade.

Quadro 12 - Análise da Variância do Fator de Forma artificial sem casca.

Fonte da Variação	G.L.	Q.M.	F.
Nitrogênio	2	0,000258	0,53
Fósforo	2	0,000008	0,01
Potássio	2	0,000976	2,00
Interação N x P	4	0,000305	0,62
" N x K	4	0,000397	0,81
" P x K	4	0,000068	0,14
" N x P x K	6	0,000455	0,93
Tratamentos	24	0,000346	0,70
Blocos	5	0,003083	6,32+++
Resíduo	24	0,000487	
Total	53		

+++ - Significativo ao nível de 99% de probabilidade.

Quadro 13 - Análise da Variância do Fator de Forma artificial com casca.

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.	F.
Nitrogênio	2	0,000608	0,56
Fósforo	2	0,000343	0,31
Potássio	2	0,000641	0,59
Interação N x P	4	0,001134	0,52
" N x K	4	0,001365	0,63
" P x K	4	0,000584	0,27
" N x P x K	6	0,001965	0,60
Tratamentos	24	0,006642	0,51
Blocos	5	0,019661	7,30+++
Resíduos	24	0,129193	
Total	53	0,392233	

+++ - Significativo ao nível de 99% de probabilidade.

5.3. - Intervalo de Confiança

Os resultados dos fatores de forma naturais com e sem casca, dos (Quadros 3 e 4) representam os dados de 27 parcelas sem repetição.

Como o resultado da análise da variância do fatorial 3^3 sem repetição seria pouco preciso, optou-se pelos cálculos do erro padrão e do intervalo de confiança.

Os cálculos básicos, para as estimativas, foram os seguintes(10):

1. Média dos fatores de forma naturais médios

$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

2. Variância

$$S_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^n X^2 - n(\bar{X}_i)^2}{n - 1}$$

3. Erro padrão.

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{S_i^2}{n}}$$

4. Intervalo de confiança.

$$IC \% \left[X_i - (S_{\bar{X}} \cdot t) \leq u \leq X_i + (S_{\bar{X}} \cdot t) \right] = P$$

onde,

X_i = média por parcela

n = número de parcelas

\bar{X}_i = média das médias

IC = intervalo de confiança

$S_{\bar{X}}$ = erro padrão

u = média da população

t = valores obtidos na tabela III em (11)

P = probabilidade.

Os intervalos de confiança calculados para o fator de forma naturais sem e com casca, para cobrir 70 e 99% da área total inclui a média verdadeira(Quadro 14).

Tôdas as médias(Quadro 3 e 4) estão bem próximas da média verdadeira.

Quadro 14 - Erros padrões e intervalos de confiança dos fatores de forma naturais, sem e com casca.

Fator de Forma Natural	Média \bar{X}_1	Variância S_1^2	Erro Padrão $S_{\bar{X}}$	Intervalo de Confiança	
				P0,99	P0,70
Sem casca	0,464	0,000038	0,001	$0,461 \leq \mu \leq 0,466$	$0,463 \leq \mu \leq 0,465$
Com casca	0,433	0,000923	0,0059	$0,416 \leq \mu \leq 0,449$	$0,426 \leq \mu \leq 0,439$

No Quadro 4 observa-se que a maior média do fator de forma é 0,459 e a menor 0,402 e ainda assim, dentro do intervalo.

5.4 - Teste de Tukey

Pela análise da variância foram comparadas as médias baseadas nos componentes de variação das médias, componentes estes influenciados por efeito de fertilizantes. Pelo teste de Tukey procurou-se determinar qual das médias foi a mais distinta. Para os cálculos foi usada a fórmula(15) abaixo:

$$W = q \frac{S_{\bar{X}}}{\sqrt{r}}$$

onde W é o valor comparativo entre as médias (Quadro 15), q é a amplitude total estudentizada, aos níveis de 95 e 99% de probabilidade, Tabela nº 29 (25); $S_{\bar{X}}$ é a estima -

tiva do desvio padrão residual calculado do valor do quadrado médio do resíduo dos Quadros 5,6,7,8,9,12 e 13 e r é o número de repetições cujo valor é 2, porque os dados do Quadro 2 foram calculados com 2 repetições.

Neste teste (Quadro 15), não houve diferença significativa entre alturas, diâmetros, volumes e fatores de forma artificial entre as parcelas.

Quadro 15 - Testes de Tukey a 95 e 99% de probabilidade.

Valores de W	Altura m	Diâmetro cm		Volume m^3		Fator de Forma Art.	
		S/C	C/C	S/C	C/C	S/C	C/C
5%	3,40	4,36	4,95	0,06	0,07	0,09	1,46
1%	4,03	5,16	5,86	0,007	0,08	0,105	1,73

5.5 - Equação de Regressão

A precisão de cada equação, foi determinada através do ajuste das funções aos diversos conjuntos de dados e julgada através dos valores dos erros padrões das estimativas e dos coeficientes de determinação (R^2) conforme (09).

Para tal, foi necessário testar e ajustar a equação de regressão, que melhor representasse todas as parcelas.

Os Quadros 16 e 17 expõem as equações ajustadas aos conjuntos de dados coletados por parcela.

Os desvios da estimativa, para as equações sem e com casca, tiveram valores muito pequenos apresentando pouca variação entre eles.

O coeficiente de determinação apresentou alta percentagem de probabilidade demonstrando o perfeito ajuste

Quadro 16 - Equações da variável combinada para volume sem casca por parcela, desvio da estimativa e coeficiente de determinação.

Tratamento	Equação		Desvio da estimativa (S _{xy})	Coef. de determinação (R ²)
000	V = 0,00488 + 0,00004	HD ²	0,00520	0,99260
001	V 0,00832 + 0,00003	HD ²	0,00867	0,98307
002	V 0,00601 + 0,00003	HD ²	0,00766	0,98112
010	V 0,00112 + 0,00004	HD ²	0,00879	0,98995
011	V 0,00842 + 0,00003	HD ²	0,01011	0,96438
012	V 0,01294 + 0,00003	HD ²	0,01415	0,96143
020	V 0,00733 + 0,00003	HD ²	0,00928	0,99039
021	V 0,00845 + 0,00003	HD ²	0,00983	0,98162
022	V 0,00883 + 0,00003	HD ²	0,01042	0,97775
100	V 0,00169 + 0,00004	HD ²	0,00456	0,99181
101	V 0,00720 + 0,00003	HD ²	0,01003	0,98707
102	V 0,00614 + 0,00003	HD ²	0,00936	0,97589
110	V 0,00811 + 0,00003	HD ²	0,01010	0,97478
111	V 0,00572 + 0,00003	HD ²	0,00739	0,98471
112	V 0,01300 + 0,00003	HD ²	0,01668	0,94747
120	V 0,00640 + 0,00003	HD ²	0,01319	0,97255
121	V 0,00640 + 0,00003	HD ²	0,00816	0,98815
122	V 0,00495 + 0,00004	HD ²	0,00912	0,99223
200	V 0,00716 + 0,00003	HD ²	0,00819	0,98951
201	V 0,00331 + 0,00004	HD ²	0,00566	0,99619
202	V 0,00734 + 0,00003	HD ²	0,01448	0,96603
210	V 0,00402 + 0,00004	HD ²	0,01072	0,98667
211	V 0,00807 + 0,00003	HD ²	0,01071	0,98543
212	V 0,00882 + 0,00003	HD ²	0,00954	0,98814
220	V 0,00654 + 0,00003	HD ²	0,00846	0,99263
221	V 0,01177 + 0,00003	HD ²	0,01999	0,95336
222	V 0,00432 + 0,00003	HD ²	0,01204	0,98422

Quadro 17 - Equações da variável combinada ajustada para volume com casca por parcela, desvio da estimativa e coeficiente de determinação.

Tratamento		Equação		Desvio da estimativa (S _{xy})	Coef. de determinação (R ²)
000	V	0,00495 + 0,00004	HD ²	0,00604	0,99245
001	V	0,01019 + 0,00003	HD ²	0,00964	0,98546
002	V	0,00841 + 0,00003	HD ²	0,00908	0,98198
010	V	0,00149 + 0,00004	HD ²	0,00980	0,99080
011	V	0,00840 + 0,00003	HD ²	0,01054	0,97260
012	V =	0,01320 + 0,00003	HD ²	0,01439	0,96875
020	V =	0,00869 + 0,00003	HD ²	0,00915	0,99317
021	V	0,01166 + 0,00003	HD ²	0,01108	0,98246
022	V	0,01208 + 0,00003	HD ²	0,01179	0,98082
100	V	0,00317 + 0,00004	HD ²	0,00318	0,99731
101	V	0,00956 + 0,00003	HD ²	0,01132	0,98864
102	V	0,00715 + 0,00003	HD ²	0,00938	0,98216
110	V	0,00963 + 0,00003	HD ²	0,01113	0,97858
111	V	0,00664 + 0,00003	HD ²	0,00694	0,99038
112	V	0,01650 + 0,00003	HD ²	0,01996	0,95014
120	V	0,00761 + 0,00003	HD ²	0,01297	0,98045
121	V	0,00458 + 0,00003	HD ²	0,00723	0,99348
122	V	0,00814 + 0,00003	HD ²	0,01066	0,99231
200	V	0,00929 + 0,00003	HD ²	0,00951	0,99060
201	V	0,00400 + 0,00003	HD ²	0,00537	0,99753
202	V	0,00960 + 0,00003	HD ²	0,01489	0,97322
210	V =	0,00497 + 0,00003	HD ²	0,01220	0,98783
211	V	0,01012 + 0,00003	HD ²	0,01318	0,98366
212	V	0,01080 + 0,00003	HD ²	0,00832	0,99373
220	V	0,00772 + 0,00003	HD ²	0,00938	0,99330
221	V	0,01395 + 0,00003	HD ²	0,02047	0,96252
222	V	0,00557 + 0,00003	HD ²	0,01289	0,98689

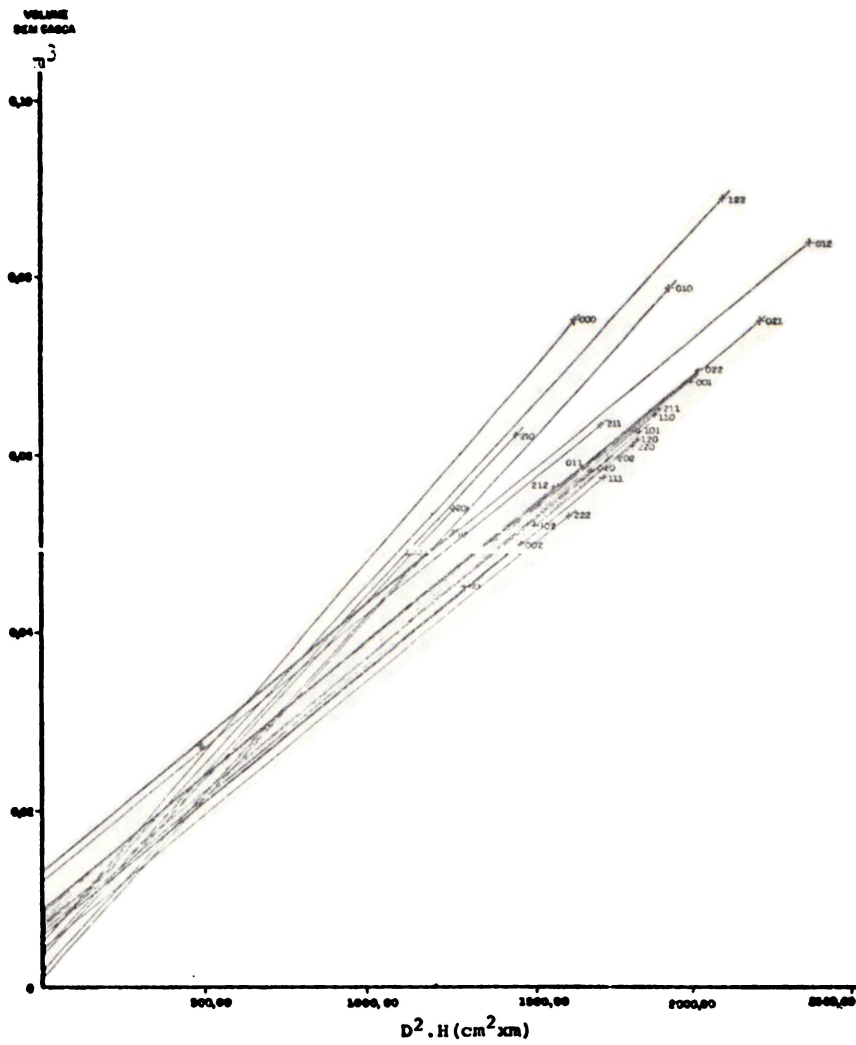


Figura 7 - Relação linear entre o volume do fuste sem casca $V(m^3)$ em função da variável combinada $D^2H (cm^2 \times m)$.

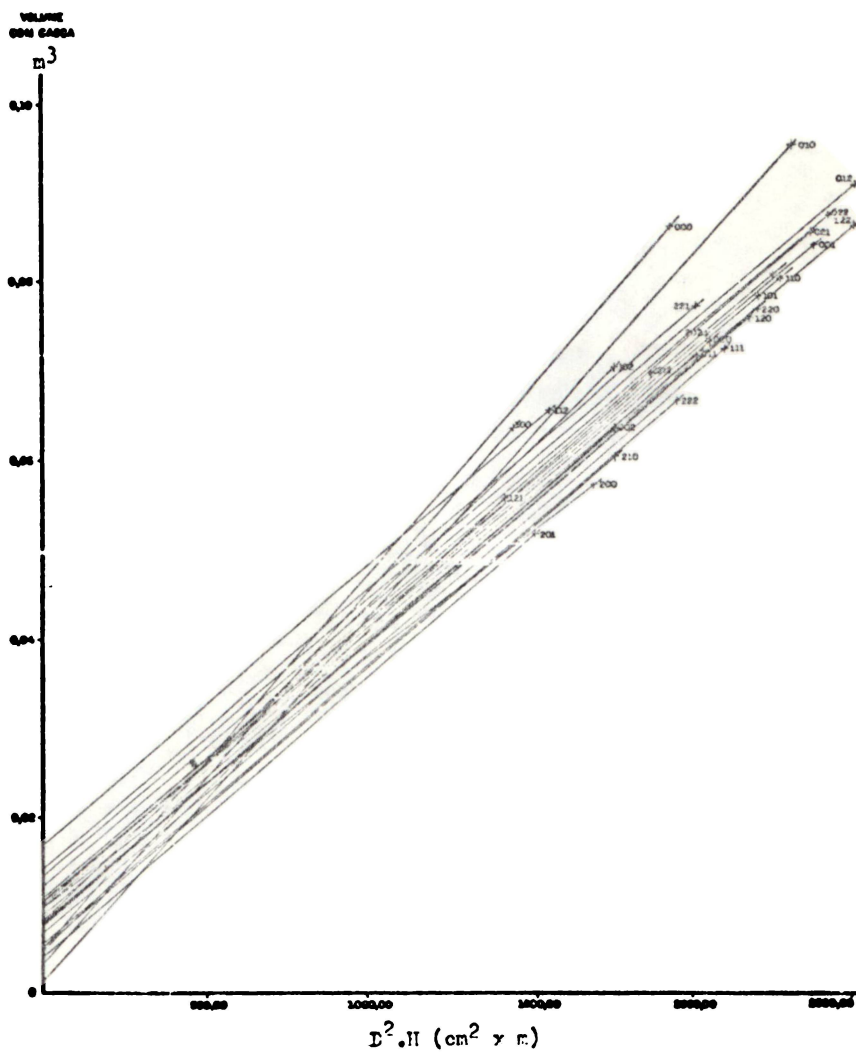


Figura 8 - Relação linear entre o volume do fuste com casca $V(m^3)$ em função da variável combinada $D^2.H (cm^2 \times m)$.

do volume (V) em relação à variável combinada.

As Figuras 7 e 8 são as representações gráficas das equações dos Quadros 16 e 17 respectivamente.

5.6 - Análise da Variância

Na análise da variância determinou-se a variância da regressão e a do erro, com 1 e 37 graus de liberdade respectivamente, para as equações de volume, sem e com casca, as quais após ajustadas apresentaram alta significância.

Quadro 18 - Análise da Variância, para equação de volume sem casca, por tratamento.

Tratamento	Fonte de variação	Quadrado médio	Valor F.
000	Regressão	0,06854	2538,27985
	Erro	0,00003	
001	Regressão	0,08227	1093,76355
	Erro	0,00008	
002	Regressão	0,05735	977,71825
	Erro	0,00006	
010	Regressão	0,14398	1862,00967
	Erro	0,00008	
011	Regressão	0,05563	505,14605
	Erro	0,00010	
012	Regressão	0,09300	464,24839
	Erro	0,00020	
020	Regressão	0,16800	1949,14903
	Erro	0,00009	
021	Regressão	0,09714	1005,42319
	Erro	0,00010	
022	Regressão	0,08958	825,46073
	Erro	0,00011	
100	Regressão	0,04755	2292,7593
	Erro	0,00002	
101	Regressão	0,14497	1440,93374
	Erro	0,00010	

continuação

Trata- mento	Fonte de variação	Quadrado médio	Valor F.
102	Regressão	0,06656	759,81260
	Erro	0,00009	
110	Regressão	0,07398	725,09246
	Erro	0,00010	
111	Regressão	0,06633	1214,53477
	Erro	0,00005	
112	Regressão	0,09279	333,43333
	Erro	0,00028	
120	Regressão	0,11557	663,90551
	Erro	0,00017	
121	Regressão	0,10480	1574,89976
	Erro	0,00007	
122	Regressão	0,20087	2416,57735
	Erro	0,00008	
200	Regressão	0,11962	1782,99892
	Erro	0,00007	
201	Regressão	0,15876	4959,81837
	Erro	0,00003	
202	Regressão	0,11127	530,97743
	Erro	0,00021	
210	Regressão	0,00011	1396,93027
	Erro	0,00011	
211	Regressão	0,14633	1275,62982
	Erro	0,00011	
212	Regressão	0,14332	1573,90200
	Erro	0,00009	
220	Regressão	0,18261	2550,89179
	Erro	0,00007	
221	Regressão	0,15152	379,12915
	Erro	0,00040	
222	Regressão	0,17050	1175,37636
	Erro	0,00015	

Quadro 19 Análise da Variância, para equação de volume com casca, por tratamento.

Tratamento	Fonte de variação	Quadrado médio	Valor F.
000	Regressão	0,09094	2489,84466
	Erro	0,00004	
001	Regressão	0,11873	1278,37390
	Erro	0,00009	
002	Regressão	0,08450	1025,76408
	Erro	0,00008	
010	Regressão	0,19580	2037,68189
	Erro	0,00008	
011	Regressão	0,07392	665,11588
	Erro	0,00011	
012	Regressão	0,12004	579,71825
	Erro	0,00021	
020	Regressão	0,23074	2574,86259
	Erro	0,00008	
021	Regressão	0,12961	1054,83455
	Erro	0,00012	
022	Regressão	0,13380	962,41988
	Erro	0,00014	
100	Regressão	0,07712	7033,02096
	Erro	0,00001	
101	Regressão	0,21069	1643,48314
	Erro	0,00013	
102	Regressão	0,09120	1036,51253
	Erro	0,00009	
110	Regressão	0,10633	858,47220
	Erro	0,00012	
111	Regressão	0,09382	1946,36825
	Erro	0,00005	
112	Regressão	0,14051	352,77276
	Erro	0,00040	
120	Regressão	0,15858	943,23058
	Erro	0,00017	

continuação

Trata- mento	Fonte de variação	Quadrado médio	Valor F.
121	Regressão	0,15057	2884,07208
	Erro	0,00005	
122	Regressão	0,27751	2441,86038
	Erro	0,00011	
200	Regressão	0,18032	1992,43325
	Erro	0,00009	
201	Regressão	0,022106	7659,96958
	Erro	0,000003	
202	Regressão	0,015109	681,22622
	Erro	0,000022	
210	Regressão	0,22828	1533,29375
	Erro	0,00015	-
211	Regressão	0,19693	1134,36779
	Erro	0,00017	
212	Regressão	0,020785	3003,09191
	Erro	0,00007	
220	Regressão	0,24739	2808,92371
	Erro	0,00009	
221	Regressão	0,20065	478,68335
	Erro	0,00042	
222	Regressão	0,23601	1421,14583
	Erro	0,00017	

6 - DISCUSSÃO

Nos resultados das análises da variância, (Quadros 5,6,7,8,9,12 e 13) apenas o volume acusou reação significativa ao fósforo, tal reação não foi devido ao erro experimental porque os blocos foram eficientes na redução deste e o volume analisado foi calculado pela fórmula de Smalian. Tais avaliações sugerem que o volume não é função do produto $\frac{\pi}{4}.Ff.H.D^2$. Entretanto, pelos resultados dos testes de Tukey as médias das alturas, diâmetros, volumes e fatores de forma das parcelas são estatisticamente iguais, admitindo a suposição de que o volume poderá ser calculado pela fórmula $V = \frac{\pi}{4}.Ff.H.D^2$ sem provocar erros estatisticamente consideráveis, embora Campos (05) tenha comprovado que a forma das árvores de Pinus elliottii varia entre árvores grandes e pequenas, mas, tais conclusões possivelmente foram devidas aos dados terem sido colhidos em extensos povoamentos multianos, sujeitos às variações edáficas e fisiográficas (04).

O fator de forma natural calculado pelo método de Hohenadl descreve com mais eficiência a forma da árvore e pelos dados dos intervalos de confiança, por hipótese, todas as 27. médias deste fator de forma com e sem casca são iguais, na plantação de Pinus taeda.

Comparando-se os dados dos fatores de forma artificiais (Quadro 2) e fatores de forma naturais (Quadro 3 e 4) observa-se que para uma mesma altura o fator de forma sem casca é sempre menos cônico que o com casca. Resultados semelhantes foram encontrados por De Vries(07) e por Heinsdijk(16), tais diferenças entretanto não causam inexatidão nas tabelas de volume porque é um problema unicamente matemático, (Apêndice VII).

O modo mais conveniente de avaliar a associação entre o volume calculado com as variáveis altura(H) e diâmetro à altura do peito (DAP) foi testando a significância da equação da variável combinada o que ressaltou uma grande precisão no ajuste das variáveis. Advém então, as hipóteses de que para estimar o volume médio de árvores do povoamento de Pinus taeda poderão ser usadas as fórmulas $V = \frac{\pi}{4} \cdot Ff \cdot H \cdot D^2$, empregando o fator de forma, usada por Heinsdjik (15) e $V = a + b \cdot H \cdot D^2$, citada por Gomes (14) Loetsch et alii (21) e Spurr (28), onde a influência do fator de forma é indireta e o ajuste dos coeficientes ou as ponderações dos dados na equação, compensarão qualquer alteração significativa na forma da árvore (Ver Apêndice VIII).

7 - CONCLUSÕES

- Os diversos níveis de fósforo tiveram maiores efeitos nos volumes de madeira sem e com casca quando na ausência de potássio, sendo que a maior influência foi sobre o volume sem casca.
- É possível construir com exatidão, uma tabela de volume na área de plantação de Pinus taeda, com 9 anos de idade.
- Tanto a equação de volume formal $V = \frac{\pi}{4} \cdot Ff \cdot H \cdot D^2$ como a equação da variável combinada $V = a + b \cdot H \cdot D^2$ poderão ser usadas no cálculo de volume de árvore individual, mas, a equação da variável combinada é mais eficiente para elaborar tabela de volume do fuste do Pinus taeda, porque dá resultados mais harmônicos e completos, devido aos maiores ajustes em nível e em inclinação.

RESUMO

Na Fazenda Experimental do Canguiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná, localizada no município de Piraquara foi instalado um ensaio de adubação obedecendo ao delineamento fatorial $3 \times 3 \times 3$, com duas repetições, com Pinus taeda L., com o objetivo de determinar, o efeito dos fertilizantes na altura, diâmetro, volume e fator de forma de Pinus taeda, nove anos após a aplicação.

De cada um dos 27 tratamentos com repetição, perfazendo 54 parcelas ao todo, foram derrubadas 20 árvores para que fossem coletados de cada fuste dados de altura, diâmetro e espessura da casca.

Para o cálculo do fator de forma natural foram medidos os diâmetros nas alturas relativas em cada fuste das árvores derrubadas nas parcelas sem repetição, tomadas nos pontos $9/10$, $7/10$, $5/10$, $3/10$ e $1/10$ da altura total.

Concluiu-se que apenas o fósforo surtiu efeitos positivos sobre o volume.

Não houve variação estatisticamente significativa entre as médias de altura, diâmetro, volume e fator de forma.

O fuste com casca apresentou-se mais cônico que o sem casca.

A equação da variável combinada dá resultados mais harmônicos e completos que a equação de volume formal.

SUMMARY

In the Experimental Farm of Canguiri, of the Federal University of Paraná, located in Piraquara County, a 3 x 3 x 3 factorial experiment (with two replications), was set up with the objective to determine the effect of fertilizer on height, diameter, volume and form factor of the Pinus taeda, nine years after the fertilization.

From each of the 27 treatments with replications, totalizing 54 plots, 20 trees were felled for collection of data on height, diameter and bark thickness.

For calculation of natural form factor, diameters at relative heights on each stem of the felled trees in plots were measured without replication. The relative heights were fixed on the points at 9/10, 7/10, 5/10, 3/10 and 1/10 of the total height.

It was concluded that only phosphorus had positive effect on volume.

There was no statistic variation among means of the heights, diameters, volumes and form factors.

The Stem with bark was more tapered than without bark.

The equation of combined variables gave better harmonic and complete results than that of the formal volume equation.

LITERATURA CITADA

- 01 - ASSMAN, E. The principles of forest yield; studies in the organic production, structure, increment and yield of forest stands. Trad. de Sabine H. Gardiner Oxford, Pergamon Press, 1970 506 p. ilustr.
- 02 - BAULE, H. & FRICKER, C. The fertilizer treatment of forest trees. Trad. de C.L. Whittles München, BVL, 1970. 259 p. il.
- 03 - BIGARRELLA, J. & SALAMUNI, R. Notas complementares à planta geológica da cidade de Curitiba e arredores. Boletim do Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, Curitiba, 40, 1959. 14 p. mapas.
- 04 - BONILLA, J. A. La influencia del suelo y el clima en el crecimiento de los arboles en las regiones templadas. IPEF, Piracicaba, 2/3: 79 - 92, 1971.
- 05 - CAMPOS, J.C. Estudo sobre índice de sítio e tabelas de volume e produção para Pinus elliottii Engelm. No estado de São Paulo, Brasil. Turrialba, 1970. 82 p. "Teses de Grau de Magister Scientiae no Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA".
- 06 - COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Experimental designs. 2 ed. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1964 611 p.

- 07 - CORRÊA, H.; BERUTTI P.A. & SANTOS, H, L. Adubação de Pinus patula em solo sob cerrado de Sete Lagoas. Boletim Técnico. IPEACO. Sete Lagoas, 20 1973.
- 08 - DE VRIES, P. G. Some data on Stem form and stem ' volume of young caribbean pine in Surinan. In : CONGRESSO FORESTAL MUNDIAL, 6, Madrid, 1966. Actas del 6º Congresso Forestal Mundial, Barcelona, Comercial e Artes Gráficas, 1968.v.3p. ' 1725 - 1725.
- 09 - FREESE, F. Linear regression methods for forest ' research. U.S.Forest Service. Research Paper. FPL 17, 1964. 136 p.
- 10 - FREESE, F. Elementary Statistical methods for foresters. Agr. Handb. 317. U.S.Dep. Agr. 1967 87 p.
- 11 - FISHER, R.A. e YATES, F. Statistical tables for ' Biological, Agricultural and Medical Research, Edimburg-Oliver and Boyd Ltd 1949.
- 12 - GOLFARI, L. Exigências climáticas de las coníferas tropicales y subtropicales. Unasylya, Roma, 17 (68) 33-43, 1963.
- 13 - GOLFARI, L. Coníferas aptas para repoblaciones forestales en el estado de São Paulo. Silvicultura en São Paulo, São Paulo, 6:7-62, 1967.
- 14 - GOMES, A.M. de A. Medição dos arvoredos, Lisboa , Sá da Costa, 1959-413 p.il.
- 15 - GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 3.ed. Piracicaba, E.S.A. "Luis de Queiroz" 1966. 404p.il.

- 16 - HEINSDJIK, D. Volume do Pinheiro. Boletim. Setor de Inventários Florestais, Rio de Janeiro, 1, 1959-40 p.
- 17 - HEINSDJIK, D. & SOARES, R.O. Plantações de coníferas' no Brasil. Boletim. Setor de Inventários Florestais, Rio de Janeiro, 5, 1962.75p.
- 18 - HUSCH, B. Forest mensuration and Statistics. New York, Ronald Press, 1963.474 p.
- 19 - KRAMER, P. J. & KOSLOWSKI, T.T. Physiology of trees. New York Mc Graw-Hill, 1960, 642 p.
- 20 - LAMB, R.C.; WATERS III, M. P & BRENDER, E. Apparent influence of weather upon seed production of loblolly pine. U.S.Forest Service Research Note SE-183, 1973. 7.p.
- 21 - LOETSCH, F., ZOHRER, F. & HALLER, K. E. Forest inventory. Munchen BLV Verlagsgesellschaft, 1973 . v.2 469 p.il.
- 22 - MAAK, R. Geografia física do estado do Paraná. Curitiba. Banco do Desenvolvimento do Paraná, Universidade Federal do Paraná e Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1968 350 p. il. Inclue Bibliografia.
- 23 - MIROV, N.T. The Genus Pinus. New York, Ronald Press, 1967. 602 p.
- 24 - MUNIZ, P. J. da C.; BALDANZI, G. & PÉLLICO NETTO, S. Ensaio de adubação em Pinus elliottii e Pinus taeda no sul do Brasil. Floresta, Curitiba, 6(1): 5-13, 1975.

- 25 - PEARSON, E.S. & HARTLEY, H.O. Biometrika Tables 'for statisticians' 264 p. Cambridge University Press 1954 v. 1. ed.3.
- 26 - SIMÕES. J. W.; SOBRINHO. J.M.; MELLO, H.A & COUTO H.T.Z. A adubação acelera o desenvolvimento inicial de plantações de Pinus caribaea ver. 'Bahamensis. IPEF. Piracicaba, 1:59-80,1970.
- 27 - SOUZA, D.M.P. Grande grupo de solo rubrozem. Contribuição à carta de solo do Paraná. Curitiba, 1961.62 p. "Tese de doutoramento apresentada à Escola Superior de Agricultura e Veterinária 'do Paraná.
- 28 - SPURR, S.H. Forest Inventory. New York. Ronald Press Co, 1952.
- 29 - VAN GOOR, C.P. Reflorestamento com coníferas no Brasil. Aspectos biológicos dos plantios na região sul, particularmente com Pinus elliottii e Araucária angustifolia. Boletim. Setor de Inventários Florestais. Rio de Janeiro, 9, 1965, 58 p.

A P Ê N D I C E S

Apêndice I

Descrição morfológica do perfil 2.*

Classificação - Rubrozem

Localização - em trincheira aberta no talhão

Situação e declive - trincheira no topo do eluvio com, a
proximadamente 3% de declividade.

Formação geológica e litológica - Formação Guabirotuba .
Arcósia, Argilito.

Material originário - Saprolito de arcósio e argilito.

Relevo local - Posição eluvial Suavemente ondulado.

Regional - Ondulado

Altitude - 920 m.s.n.m.

Drenagem - Moderadamente drenado

Erosão - Não aparente

Vegetação local - Pinus taeda

Vegetação Regional - Matas assiculifoliadas e estepes '
baixas.

A₁₁ - 0 - 21 cm; pardo muito escuro (10 yr 2/2 úmido)
barro argiloso arenoso, moderada/fraca,
sub-angular, pequena ligeiramente duro,
friável, plástico, pegajoso, poros mui-
to pequenos e poucos, transição clara e
plana, raízes comuns.

A₁₂ 21 - 32 cm; pardo muito escuro (10 YR 3/3, úmido)'
barro argiloso arenoso, moderada/fraco,
sub-angular, pequena, ligeiramente duro
friável, plástico, pegajoso, poros mui-
to pequenos e poucos, transição clara e
plana; raízes comuns.

* Colaboração do professor Hélio Olympio da Rocha.

- A₃/B₁ -32-61 cm; pardo avermelhado (5 Yr 4/4, úmido), argilo arenoso, moderado, sub-angular, pequeno, ligeiramente duro, friável, plástica, pegajosa, poros muito pequenos e poucos, transição clara e plana, raízes comuns. (presença de pequena camada de seixos na base do horizonte).
- B 21 - 67-63 cm; vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido), argilo arenoso, moderado/forte, sub-angular, pequena ligeiramente duro, firme, plástica, pegajosa, poros muito pequenos e poucos, transição clara e ondulada, raízes comuns.
- B 22 - 73-118cm; vermelho (10 r 4/8 úmido); argilo arenoso; moderada, sub-angular, média, ligeiramente dura friável, plástica, poros muito pequenos, poucos, cerosidade fraca e pouca transição clara e gradual.
- B₃ 118-145 cm ; vermelho (2,5 YR 5/8, úmido) franco ; argilo arenoso, fraca sub-angular, média, friável, plástica e pegajosa, poros muito pequenos e poucos, transição abrupta e plana, (presença de camada de seixos na base do horizonte).
- 11 C 145 cm + ; vermelho (2,5 Yr 5/8, úmido), mosqueado abundante, pequeno, proeminente cinza claro (5Y 7/2, úmido), argiloso forte, angular, grande, duro, muito firme, plástica, pegajosa.

Dados físicos e químicos do perfil nº 2 do solo da Fazenda Canguiri.

Amostra nº origem	Amostra no S.C.A.	Complexo Coloidal					Granulometria				Umidade %		Capacidade de campo %
		SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	Ki	Kr	Areia %	Silte %	Argila total %	Equivalente lente %	De Murcha		
A ₁₁	698	10,96	5,95	9,94	1,87	1,36	53,98	13,25	32,77	17,0	11,560	20,40	
A ₁₂	699	10,80	5,82	10,45	1,72	1,30	52,43	46,32	31,25	19,3	13,124	23,16	
A ₃ /B ₁	702	12,72	7,42	12,62	1,71	1,25	47,47	42,03	40,50	13,6	9,248	16,32	
B ₂₁	700	11,64	6,53	11,86	1,67	1,23	49,22	6,78	44,0	35,4	24,072	42,48	
B ₂₂	701	11,16	6,25	12,75	2,29	1,74	47,69	16,56	35,75	18,2	11,376	22,84	
B ₃	703	14,68	5,27	9,97	2,50	1,83	55,04	14,46	30,50	24,6	16,728	29,52	
C	704	21,14	6,93	13,64	2,63	2,00	18,99	29,51	51,50	28,5	23,380	34,20	

Continuação

Amostra nº origem	Amostra no S.C.A.	pH	C %	N %	C/N	eq.mg/100 solo					P ppm	T	V %	S
						Al	H	Ca	Mg	K				
A ₁₁	698	4,3	2,70	0,20	13,5	3,05	6,20	0,50	0,25	0,06	2,0	10,86	8,05	0,81
A ₁₂	699	4,8	1,39	0,13	10,7	2,10	4,25	0,40	0,15	0,04	1,0	6,94	8,50	0,59
A ₃ /B ₁	702	4,7	1,01	0,12	8,4	1,84	3,71	0,35	0,10	0,04	1,0	6,04	8,11	0,49
B ₂₁	700	4,6	0,56	0,08	7,0	1,11	2,90	0,30	0,05	0,03	2,0	4,38	6,57	0,38
B ₂₂	701	4,7	0,15	0,03	5,0	2,90	0,65	0,25	0,05	0,20	10,0	4,05	12,35	0,50
B ₃	703	4,8	0,08	0,02	4,0	3,40	0,80	0,30	0,10	0,10	0,2	4,70	10,64	0,50
C	704	4,8	0,01	-		7,82	0,82	1,10	0,60	0,23	0,2	10,57	18,26	1,93

Nota : S.C.A. = Setor de Ciências Agrárias $Ki = \frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ $Kr = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}$ P=Fósforo

T = Capacidade de permuta de Cations. $V\% = \text{Saturação de bases} \left(\frac{S+100}{T} \right)$

S = bases trocáveis Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺.

Fonte: Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Quadro 4 Elementos Climatológicos da Área de Estudo

Meses	Temperatura do Ar °C					Umid. Relativa %	Nebulosidade média	Vento		Chuva Total mm	Evap. Total mm	Insolação em Horas e Décimos
	Med.	Max.	Min.	Max.Ab.	Min.Ab.			Direção Predom.	Veloc. Média m/s			
Janeiro	20,2	26,13	15,53	31,10	11,68	91,65	8,11	W.	3,05	231,10	72,33	163,15
Fevereiro	20,25	25,88	16,05	30,68	13,83	91,60	8,16	E	3,15	126,15	65,73	140,40
Março	19,40	25,25	15,05	30,60	10,10	91,85	7,81	NE	2,95	105,32	71,35	158,70
Abril	16,86	22,23	12,04	27,92	4,45	92,12	6,98	NEeNN	2,60	73,70	62,00	160,30
Maio	15,10	20,84	10,12	26,24	2,86	91,96	7,13	NWeNE	2,46	83,08	57,82	165,94
Junho	14,00	19,36	8,24	25,72	0,20	91,58	6,94	N	2,86	122,96	60,04	154,54
Julho	13,28	19,08	7,54	24,90	0,34	91,62	6,21	NW eC	2,76	76,42	65,96	173,06
Agosto	13,48	19,46	8,02	26,62	0,63	91,40	6,89	W e N	3,38	76,08	75,94	155,94
Setembro	14,48	19,63	9,98	28,10	0,80	93,15	7,83	W e N	3,48	131,53	61,70	144,48
Outubro	15,48	20,88	11,05	28,58	5,05	93,00	8,11	N	3,65	105,08	70,63	141,08
Novembro	16,65	22,38	12,15	29,50	7,18	90,45	8,13	N	3,55	65,45	80,68	159,30
Dezembro	19,45	25,23	14,65	31,23	8,88	91,00	8,28	N	3,55	131,58	84,28	142,50
Ano	16,55	22,20	11,70	28,43	5,32	91,79	7,55		3,12	1328,40	828,48	1829,40

Posto Meteorológico da Fazenda Experimental do Canguiri – Setor de Ciências Agrárias

Fonte: Arquivo do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo.

Apêndice IV

FORMULÁRIO USADO

Espécie		Idade:			Local:				
Parcela nº:		Altura Total:			Data:				
Pontos no caule	D.C/C cm.	Esp.cas ca mm.	D.S/É cm.	Altura Relat.	Altura em m.	D.C/C cm.	Esp.cas ca mm.	D.S/C. cm.	
0,00				0,1					
0,30				0,3					
1,30				0,5					
2,30				0,7					
3,30				0,9					
4,30									
5,30				Obs.:					
6,30									
7,30									
8,30									
9,30									
10,30									
11,30									
12,30									
13,30									
14,30									
15,30									
16,30									
17,30									
18,30									
19,30									
20,30									
21,30									
22,30									
23,30									
24,30									
25,30									
26,30									
27,30									
28,30									
29,30									

Apêndice V

DEDUÇÃO DO FATOR DE FORMA

MÉTODO DE HONENADL

A fórmula de volume de árvores sendo: $V = \frac{\pi}{4} . D^2 H . f$
onde V corresponde ao volume, D ao diâmetro, H a altura total do caule e f o fator de forma ou de redução.

Como D é tomado nos pontos médios, $d_{0,1}$, $d_{0,3}$, $d_{0,5}$, $d_{0,7}$ e $d_{0,9}$ de cada uma das 5 secções do caule, de comprimento 0,2 h, figura 8, a fórmula de volume por secção será:

$$v_1 = \frac{\pi}{4} d_{0,9}^2 . 0,2 h$$

$$v_2 = \frac{\pi}{4} d_{0,7}^2 . 0,2 h$$

$$v_5 = \frac{\pi}{4} d_{0,1}^2 . 0,2 h$$

Fazendo: $V = v_1 + v_2 + \dots + v_5$

$$\text{ou } V = \frac{\pi}{4} 0,2 h (d_{0,9}^2 + d_{0,7}^2 + d_{0,5}^2 + d_{0,3}^2 + d_{0,1}^2)$$

$$= \frac{\pi}{4} 0,2 h \left[1 + \left(\frac{d_{0,7}}{d_{0,9}}\right)^2 + \left(\frac{d_{0,5}}{d_{0,9}}\right)^2 + \left(\frac{d_{0,3}}{d_{0,9}}\right)^2 + \left(\frac{d_{0,1}}{d_{0,9}}\right)^2 \right] d_{0,9}^2$$

sendo então: $V = \frac{\pi}{4} d_{0,9}^2 . h = \text{volume do cilindro}$

logo,

$$f = 0,2 \left[1 + \left(\frac{d_{0,7}}{d_{0,9}}\right)^2 + \left(\frac{d_{0,5}}{d_{0,9}}\right)^2 + \left(\frac{d_{0,3}}{d_{0,9}}\right)^2 + \left(\frac{d_{0,1}}{d_{0,9}}\right)^2 \right]$$

Apêndice VI

DISTRIBUIÇÃO DOS 27 TRATAMENTOS COM RE
PETIÇÃO EM 3 BLOCOS NO CONFUNDIMENTO W

Trata- mento	Repetição		Trata- mento	Repetição		Trata- mento	Repetição	
	1ª	2ª		1ª	2ª		1ª	2ª
000	-	-	100	-	-	200	-	-
001	-	-	101	-	-	201	-	-
002	-	-	102	-	-	202	-	-
010	-	-	110	-	-	210	-	-
011	-	-	111	-	-	211	-	-
012	-	-	112	-	-	212	-	-
020	-	-	120	-	-	220	-	-
021	-	-	121	-	-	221	-	-
022	-	-	122	-	-	222	-	-

A distribuição dos tratamentos nos blocos, de modo a só confundir com eles interações de três fatores, é bem difícil salvo em casos particulares. No caso mais comum do experimento fatorial de $3 \times 3 \times 3$ com confundimento de dois graus de liberdade da interação tripla, há os quatro modos W, X, Y e Z dos quais escolhemos o W, acima, que achamos mais conveniente (15).

Apêndice VII

Em uma árvore, o diâmetro à altura do peito com casca D_{cc} é maior que o diâmetro à altura do peito sem casca D_{sc} . Então,

$$\frac{\pi}{4} \cdot D_{cc}^2 \cdot H > \frac{\pi}{4} \cdot D_{sc}^2 \cdot H$$

Tanto para o diâmetro com casca, como para o diâmetro sem casca a altura H será a mesma porque pertence à mesma árvore, logo o volume com casca V_{cc} não será maior que o volume sem casca V_{sc} na proporção em que $\frac{\pi}{4} D_{cc}^2 \cdot H$ é maior que $\frac{\pi}{4} D_{sc}^2 \cdot H$. Devido a isto teremos a relação $\frac{V_{cc}}{\frac{\pi}{4} \cdot D_{cc}^2 \cdot H}$ menor que $\frac{V_{sc}}{\frac{\pi}{4} \cdot D_{sc}^2 \cdot H}$ onde o fator de forma com casca F_{fcc} será menor que o fator de forma sem casca F_{fsc} .

Em sequência teremos:

$$\begin{array}{l} V_{cc} > V_{sc} \\ \frac{\pi}{4} D_{cc}^2 \cdot H > \frac{\pi}{4} D_{sc}^2 \cdot H \end{array}$$

Da relação:

$$\frac{V_{cc}}{\frac{\pi}{4} D_{cc}^2 \cdot H} < \frac{V_{sc}}{\frac{\pi}{4} D_{sc}^2 \cdot H}$$

Teremos :

$$F_{fcc} < F_{fsc}$$

Apêndice VIII

Pode-se calcular o volume individual de árvores do Pinus taeda pela fórmula $V = \frac{\pi}{4} \cdot Ff \cdot D^2 \cdot H$ (1) por que temos os dados de diâmetro e de fator de forma ' ou então, pela função $V = b_0 + b_1 D^2 \cdot H$ (2) por ter se ajustado perfeitamente aos dados.

A fórmula (1) é muito semelhante à função $V = b_0 \cdot D^2 \cdot H$ (3)

A diferença entre as fórmulas (2) e (3) é que a (3) parte da origem e a (2) não.