



A AMOSTRAGEM NA EXPERIMENTAÇÃO EM VIVEIRO DE SERINGUEIRA¹

ADROALDO GUIMARÃES ROSSETTI², AILTON VITOR PEREIRA³
e FREDERICO PIMENTEL GOMES⁴

RESUMO - O presente trabalho foi realizado com o objetivo de estimar o tamanho da amostra de plantas a serem mensuradas em experimentos de viveiro de seringueira *Hevea* spp formado de sementes oriundas de seringais nativos da Amazônia, de tal maneira que a variância seja a mínima possível. O estudo foi baseado em dados de um experimento de competição de doze espaçamentos, dos quais utilizaram-se os seis que deram melhores resultados. O tamanho ideal da amostra é aquele cuja estimativa de variância da média $V(\bar{m}_n)$ é a mínima possível. A variância mínima, para as variáveis estudadas, ocorreu quando foram tomadas quatro linhas como unidade amostral expressando os menores coeficientes de variação. A variância da média da amostra praticamente estabilizou-se a partir de $n \geq$ doze plantas distribuídas por toda a unidade amostral, fornecendo coeficientes de variação da ordem de 3,92% para altura da planta e 4,07% para diâmetro do caule, quando foram amostradas plantas competitivas da unidade amostral. A estimativa do intervalo de confiança dá uma idéia da precisão com que se está trabalhando.

Termos para indexação: *Hevea*, variância da média, coeficiente de variação, intervalo de confiança.

THE SAMPLING ON THE RUBBER TREE NURSERY EXPERIMENTATION

ABSTRACT - The present work was carried out with the objective of estimating the number of seedlings for sampling in rubber tree (*Hevea* spp) nursery experiments, originated from jungle seeds, so as to keep the variance to a minimum. The study was based on data from a density trial with twelve spacings, utilizing only the results of the best six treatments. The ideal sample size is that which estimates the minimum mean variance. The minimum variance of the variables studied was obtained when four planting rows were taken as a sampling unit, expressing the least coefficient of variation. The mean variance of the sample practically stabilized when 'n' \geq twelve plants were distributed throughout the sampling unit. The coefficients of variation obtained were 3.92% for plant height, and 4.07% for stem diameter, for samples of competitive plants. The confidence interval estimated gives an idea of the experimental accuracy.

Index terms: *Hevea*, variance of mean, coefficient of variation, confidence interval.

INTRODUÇÃO

A formação de viveiros de seringueira na Amazônia, quer para experimentação, quer para produção de mudas de plantios comerciais, é feita ainda através da utilização de sementes oriundas de seringais nativos, em face da escassez de sementes clonais, na região. Tais sementes apresentam grande variabilidade nas suas propriedades genotípicas, entre as espécies e até dentro da mesma espécie. Esses fatores de variabilidade certamente influen-

ciam na queda e conseqüente coleta desuniforme dessas sementes, conduzindo os fornecedores a estocarem, em geral, sementes de diferentes espécies, por determinado tempo, não raro sem a observância de qualquer tecnologia de armazenamento, visando tão somente ao aumento do volume, para venda em maior quantidade. Tais situações produzem, como conseqüência, segundo Pereira (1976), além de baixo poder germinativo, germinação e vigor desuniforme das plântulas. Dada a grande variabilidade existente entre as plantas, nos experimentos em viveiros de seringueira, têm-se geralmente utilizado parcelas bastante grandes, nas quais é comum medirem-se todas as plantas da área útil, em geral formada de uma a seis linhas de plantio. Tal operação requer um volume considerável de mão-de-obra, além de se correr o risco de indução de mais uma fonte de variação relativa à mensuração.

¹ Aceito para publicação em 10 de abril de 1986. Trabalho realizado com a participação de recursos financeiros do Convênio SUDHEVEA/EMBRAPA.

² Matemático, M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPDS), Caixa Postal 319, CEP 69000 Manaus, AM.

³ Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/CNPDS.

⁴ Eng. - Agr., Dr., Professor-Catedrático, ESALQ/USP (aposentado), consultor IICA/EMBRAPA.

Tem sido bastante comum, em conseqüência desses fatos, que os pesquisadores reduzam o número de repetições de seus experimentos visando a minimizar o trabalho de coleta de dados, tratos culturais e outros, inerentes à condução e manejo. A redução do número de repetições, enfatiza Gomes (1981), além de comprometer em muito a precisão do experimento, prejudica a detecção de diferenças significativas entre tratamentos.

O objetivo principal do presente trabalho foi o de estimar o tamanho da amostra, isto é, o número de plantas a serem mensuradas, em experimentos dessa natureza, de tal sorte que assegure a mínima variância e a conseqüente maior confiabilidade aos dados da pesquisa.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados dados de experimento conduzido por Pereira et al. (1983), no campo experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPDS), km 28/29 da rodovia, AM-010, em Manaus, AM, no período de janeiro de 1979 a janeiro de 1980, com o objetivo de testar doze espaçamentos em viveiro de seringueira.

As plantas foram provenientes de sementes de seringueiras nativas da Amazônia, adquiridas de um único fornecedor, mas provavelmente oriundas de vários locais, com possível predominância do município de Humaitá, AM. Foram repicadas apenas as sementes germinadas até o vigésimo dia após à sementeira. Nova seleção foi feita através de desbaste, 60 dias após a repicagem, com eliminação de cerca de 20% das plantas.

Os espaçamentos 60 cm x 30 cm x 20 cm, 60 cm x 15 cm, 70 cm x 15 cm, 80 cm x 15 cm, 90 cm x 15 cm, 60 cm x 20 cm, 100 cm x 15 cm, 70 cm x 20 cm, 80 cm x 20 cm, 90 cm x 20 cm, 100 cm x 20 cm e 100 cm x 50 cm x 30 cm, foram dispostos no campo em três blocos casualizados, com parcelas de seis linhas de 50 plantas cada uma, das quais foram coletadas quatro linhas úteis de 46 plantas. Mediram-se as variáveis: altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) a 5 cm do solo, aos onze meses após a repicagem. O experimento foi instalado sobre Latossolo Amarelo, distrófico, de textura pesada, baixa fertilidade, topografia plana, estando, na época, coberto por vegetação de porte arbustivo (capoeira) de dois anos de idade. O clima é classificado como Ami, apresentando-se quente-úmido durante quase todo o ano.

Neste trabalho foram utilizados os espaçamentos que apresentaram melhores resultados no experimento de Pereira et al. (1983), a saber: 60 cm x 15 cm, 70 cm x 15 cm, 80 cm x 15 cm, 90 cm x 15 cm, 60 cm x 20 cm e 100 cm x 50 cm x 30 cm.

Para efeito deste estudo, considerou-se cada unidade amostral constituída de quatro linhas de plantio. Identificaram-se as plantas competitivas, para usar somente mudas aproveitáveis para plantios definitivos, e em seguida, coletou-se aleatoriamente, em cada linha, uma amostra de dez plantas, de modo a cobrir toda a sua área útil, conforme metodologia de Cochran (1977).

A análise estatística, cujos componentes encontram-se na Tabela 1, corresponde ao modelo:

$$Y_{ijk} = m + t_i + b_j + l_{ij} + l_{ijk},$$

onde m é a média, t_i ($i = 1, 2, \dots, 6$) é o efeito do espaçamento, b_j ($j = 1, 2, 3$) é o efeito do bloco, os componentes l_{ij} , l_{ijk} são aleatórios, com distribuição normal de variância σ^2 e σ_1^2 , respectivamente, $E(l_{ij}, l_{ijk}) = 0$ e n é número de plantas na amostra.

Portanto, de maneira geral, a variância da média de amostras aleatórias de tamanho n , para espaçamentos aleatórios, cuja unidade amostral foi constituída de uma única linha de plantio, foi estimada pela expressão:

$$V(\hat{m}_{r,n}) = \frac{1}{r} \left(\frac{\sigma^2}{n} + \sigma_1^2 \right), \quad (1)$$

onde n é o número de plantas na amostra, e r , o número de amostras coletadas (o que equivale ao número de repetições num experimento).

TABELA 1. Componentes de variância referentes ao modelo utilizado.

Fonte de variação	GL	QM	E(QM)
Blocos	(b-1)		
Espaçamentos	(t-1)		
Resíduo (a)	(b-1)(t-1)	V_1	$\sigma^2 + n\sigma_1^2$
Resíduo (b)	bt(n-1)	V_2	σ^2

Quando a unidade amostral foi formada por quatro linhas de plantio e a amostra coletada de todas as linhas, essa variância foi estimada pela expressão:

$$V(\hat{m}_{r,n}) = \frac{1}{r} \left(\frac{\sigma^2 + \sigma_1^2}{n} \right). \quad (1')$$

Para determinado espaçamento fixado, a variância da média amostral foi estimada pela expressão:

$$V(\hat{m}_n) = \sigma^2/n. \quad (2)$$

À medida que se aumenta n , a relação σ^2/n tende a zero. Portanto, mais importante do que aumentar o número de plantas na amostra é aumentar o número de amostras a serem coletadas, o que concorda com o reportado por Gomes et al. (1963).

Por ter como base a planta na amostra, Cochran & Cox (1957) enfatizam ser de vital importância que se estime a $V(\hat{m}_{r,n})$, que fornecerá a amostra ideal quando essa for a menor possível, o que dá, invariavelmente, menor coeficiente de variação.

Estimou-se a semi-amplitude do intervalo de confiança, conforme Cezar et al. (1974), para espaçamentos aleatórios, de vários tamanhos de amostras, das variáveis em estudo. Trabalho idêntico foi feito para um determinado espaçamento fixado, cujas estimativas são úteis para se saber a precisão do trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadrados médios da análise de variância, bem como as médias para as variáveis em estudo que serviram de base para os cálculos do presente trabalho, estão apresentados na Tabela 2.

Os resultados mostram que a unidade amostral, de onde são coletadas as plantas para serem mensuradas, tem grande influência na precisão do experimento. Quando dez plantas amostradas para mensuração foram coletadas de uma só linha de plantio, cujos cálculos foram efetuados com o auxílio da relação (1), os coeficientes de variação foram: 6,57% para altura da planta e 6,40% para diâmetro do caule. Quando a unidade amostral foi formada de quatro linhas e dez plantas coletadas de todas as linhas, para cujos cálculos foi utilizada a relação (1'), esses valores foram, respectivamente, 4,30% para altura de planta e 4,46% para diâmetro do caule, portanto menores que os anteriores.

Como se pode observar, o coeficiente de variação estimado com dados de quatro linhas foi me-

nor do que aquele calculado com dados de uma só. Isto indica que há maior variabilidade nas parcelas compridas e estreitas do que em parcelas curtas e mais largas. Estes resultados, aliás, concordam com os encontrados por Werner & Horner (1957).

A Tabela 3 apresenta algumas alternativas de precisão experimental, em função do tamanho da amostra a ser coletada. Observa-se que a variância da média apresentou tendência de estabilidade a partir de amostras constituídas de doze plantas distribuídas por toda a unidade amostral, formada de quatro linhas de plantio. Os coeficientes de variação foram, nesse caso, de 3,92% para altura de planta e 4,07%, para diâmetro do caule.

A variância da média de amostras para espaçamentos aleatórios, estimada pela expressão (1'), permitiu estimar-se as semi-amplitudes dos intervalos de confiança-2s (\hat{m}_n), ao nível de 0,05 de probabilidade (Tabela 4), para as variáveis em estudo.

TABELA 3. Estimativas do coeficiente de variação (CV%) para amostras coletadas de parcelas formadas por 4 linhas de plantio.

Tamanho da amostra	Variáveis	Coeficiente de variação (CV%)	
		Altura da planta	Diâmetro do caule
4		6,80	7,05
8		4,81	4,98
12		3,92	4,07
16		3,40	3,52
20		3,04	3,15
24		2,77	2,88
28		2,57	2,66
32		2,40	2,49

TABELA 2. Quadrados médios, componentes de variância e médias das variáveis altura da planta (m) e diâmetro do caule (cm).

Fonte de variação	G.L.	Quadrados médios		Componentes de variância			
		Alt. planta (m)	Diâmetro do caule	$\sigma^2 + 10 \sigma_1^2$	σ^2	σ_1^2	Variável
Blocos (B)	2	0,21826	0,19028	0,14475	0,05275	0,00920	Alt. planta
Espaçamentos (E)	5	0,18155	0,19214	0,16397	0,06997	0,00940	Diâm. caule
Interação (B x E)	10	0,14471	0,16398				
Resíduo	162	0,05275	0,06997				
Estimativas das médias	—	1,8305	1,9993				

TABELA 4. Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança para espaçamentos aleatórios ao nível de 0,05 de probabilidade.

		r							
		1	2	4	6	12	20	32	
Altura da planta	n	4	0,2489	0,1760	0,1244	0,1016	0,0718	0,0556	0,0440
	8	0,1760	0,1244	0,0880	0,0718	0,0508	0,0393	0,0311	
	12	0,1437	0,1016	0,0718	0,0587	0,0415	0,0321	0,0254	
	16	0,1244	0,0880	0,0622	0,0508	0,0359	0,0278	0,0220	
	20	0,1113	0,0787	0,0556	0,0454	0,0321	0,0249	0,0197	
	24	0,1016	0,0718	0,0508	0,0415	0,0293	0,0227	0,0180	
	28	0,0941	0,0665	0,0470	0,0384	0,0272	0,0210	0,0166	
	32	0,0880	0,0622	0,0440	0,0359	0,0168	0,0197	0,0156	
Diâmetro do caule	n	4	0,2817	0,1992	0,1409	0,1150	0,0813	0,0630	0,0498
	8	0,1992	0,1409	0,0996	0,0813	0,0575	0,0445	0,0352	
	12	0,1626	0,1150	0,0813	0,0664	0,0469	0,0364	0,0287	
	16	0,1560	0,0996	0,0704	0,0575	0,0407	0,0315	0,0249	
	20	0,1260	0,0891	0,0630	0,0514	0,0364	0,0282	0,0223	
	24	0,1150	0,0813	0,0575	0,0469	0,0332	0,0257	0,0203	
	28	0,1065	0,0753	0,0532	0,0435	0,0307	0,0238	0,0188	
	32	0,0996	0,0704	0,0498	0,0407	0,0287	0,0227	0,0176	

Pode-se verificar, ainda, pela mesma tabela, que a precisão experimental é maior quando se aumenta o número de amostras, para determinado número de plantas fixado. Considerando-se a variável diâmetro do caule, para amostras de tamanho $n = 4$ a semi-amplitude do intervalo de confiança varia de 0,2817 ($r = 1$) a 0,0498 ($r = 32$). Fixando-se $r = 1$, por exemplo, e variando n , a semi-amplitude do intervalo de confiança variará de 0,2817 ($n = 4$) a 0,0996 ($n = 32$). Isto mostra que mais importante que aumentar o número de plantas na amostra é aumentar o número de amostras ou o número de

repetições no caso de experimentos. Estes resultados concordam com os alcançados por Cezar et al. (1974).

Para determinado espaçamento fixado, as semi-amplitudes do intervalo de confiança foram estimadas pela expressão (2), cujas estimativas estão na Tabela 5. Assim é que para diâmetro do caule, por exemplo, esta é de 0,2645 para $n = 4$ e 0,1322 para $n = 16$. Se se admitir, nesse caso, a mesma média, o intervalo de confiança será de 0,529, para $n = 4$ e 0,264 para $n = 16$, o que dá uma idéia da precisão com que se está trabalhando.

TABELA 5. Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança para espaçamento fixado, ao nível de 0,05 de probabilidade.

variável	r							
	4	8	12	16	20	24	28	32
AP	0,2297	0,1624	0,1326	0,1148	0,1027	0,0938	0,0868	0,0745
DC	0,2645	0,1870	0,1527	0,1322	0,1183	0,1080	0,1000	0,0935



CONCLUSÕES

1. Em viveiros formados de sementes oriundas de seringais nativos plantados em espaçamentos aleatórios é preferível coletar um número maior de amostras, aleatoriamente, do que poucas amostras com um maior número de plantas.

2. O número ideal de plantas na amostra, nas condições destes resultados, está entre 12 e 20.

3. A unidade amostral ideal deve ser formada por quatro linhas de plantio.

4. As plantas devem ser tomadas ao acaso e bem distribuídas por toda a unidade amostral, entre as competitivas.

5. As estimativas dos intervalos de confiança dão boa idéia da precisão com que se está trabalhando.

REFERÊNCIAS

CEZAR, M.A.A.; OLIVEIRA, E.E. de; VALSECHI, O.; CAMPOS, H. de. Amostragem de cana-de-açúcar, no

campo, para determinações analíticas (I). *Brasil açuc.*, (4):344-56, 1974.

COCHRAN, W.G. *Sampling techniques*. New York, J. Wiley, 1977. 428p.

COCHRAN, W.G. & COX, G.M. *Experimental design*. New York, J. Wiley, 1957. 611p.

GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. Piracicaba, Nobel, 1981. 430p.

GOMES, F.P.; VALSECHI, O.; ABREU, C.P. de; OLIVEIRA, E.R. de. A amostragem da cana-de-açúcar para determinações tecnológicas. *An. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz*, 20:89-114, 1963.

PEREIRA, A.V.; CONCEIÇÃO, H.E.O.; RODRIGUES, F. M.; BERNIZ, J.M.J.; ROSSETTI, A.G. Efeito do espaçamento sobre o crescimento e produção de porta-enxertos de seringueira. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 18(2):121-7, fev. 1983.

PEREIRA, J. da P. *Conservação de sementes de seringueira Hevea brasiliensis Muell.* Arg. Fortaleza, UFC, 1976. 54p. Tese Mestrado.

WERNER, C.R. & HORNER, T.W. Estimates of cost and optimum plot size and shape for measuring yield and chemical characters in soybeans. *Agron. J.*, 49:444-9, 1957.