



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - MA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Teresina - UEPAE de Teresina
Teresina - Pi.

I V SEMINÁRIO DE PESQUISA
AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ

PIAUÍ E DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA
GERAÇÃO DE TECNOLOGIA
POLÍTICA DE IRRIGAÇÃO
AGRICULTURA ALTERNATIVA

U E P A E ' DE TERESINA
TERESINA - PIAUÍ
1 9 8 6

EMBRAPA-UEPAE de Teresina, Documentos 6.

Exemplares desta publicação deverão ser solicitados à:

Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Teresina
Avenida Duque de Caxias, 5650
Caixa Postal 01
CEP 64.000 - Teresina-Piauí

Tiragem: 1.000 exemplares

Seminário de Pesquisa Agropecuária do Piauí, 4, Teresina, 1986.

Anais do 4. Seminário de Pesquisa Agropecuária do Piauí. Teresina, EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1986.

p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Documentos, 6).

1. Agricultura - Pesquisa - Congresso - Brasil - Piauí. 2. Agropecuária - Pesquisa - Congresso - Brasil - Piauí. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual, Teresina, PI. II. Título. III. Série.

CDD. 630.72098122

© EMBRAPA-1986

TAMANHO E FORMA DE PARCELAS DE CULTURAS CONSORCIA
DAS DE ALGODOEIRO HERBÁCEO E MILHO¹

VALDENIR QUEIROZ RIBEIRO², ENEDINO CORRÊA DA SIL
VA³ e DALTON FRANCISCO DE ANDRADE⁴.

RESUMO - Realizou-se um ensaio de uniformidade em um sistema de cultivo consorciado: algodoeiro herbáceo (Gossypium hirsutum L.) e milho (Zea mays L.). O solo da área experimental foi classificado como Aluvial Ta Eutrófico, A moderado, textura média. O principal objetivo foi estimar o tamanho e forma de parcelas para experimentos de campo com estas culturas em consórcio. Estimaram-se os índices de variabilidade do solo com valores iguais a 0,698 e 0,958, respectivamente, para algodoeiro herbáceo e milho. Para medir a relação entre o coeficiente de variação de parcela e suas dimensões, utilizou-se um modelo qua

¹ Compilado do Boletim de Pesquisa nº 8 como contribuição ao IV Seminário de Pesquisa Agropecuária do Piauí.

² Eng. - Agr. M.Sc., Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Teresina (UEPAE de Teresina)- EMBRAPA, Cx. P. 01 CEP 64.000, Teresina-PI.

³ Eng. - Agr. M.Sc., Dr. Dep. de Métodos Quantitativos (DMQ)-EMBRAPA, Super Center Venâncio 2000, 7º andar, Sala 722, CEP 70.333 - Brasília-DF.

⁴ Matemático, M.Sc., PhD, EMBRAPA/DMQ.

drático e gráficos por contornos foram apresentados para melhor interpretar a natureza das superfícies estudadas. O tamanho de parcela, comprimento e largura influenciaram de maneira independente sobre a variância. Tamanho de parcela atende simultâneamente a duas culturas em consórcio.

INTRODUÇÃO

A consorciação de culturas é uma prática muito usada no Nordeste do Brasil pelos pequenos produtores, e atualmente pelas grandes empresas para minimizar os custos de implantação de projetos agropecuários.

Os pesquisadores, atualmente, vêm dando maior importância a esse tipo de sistema de produção, no sentido de conhecer os principais componentes desse complexo de cultivo com vista a aumentar sua produtividade em diferentes condições climáticas. Entretanto, dificuldades aparecem no momento de determinar o tamanho e forma das parcelas experimentais.

As análises estatísticas dos ensaios de uniformidade tem mostrado que o tamanho e forma da parcela experimental depende, principalmente, da distribuição do gradiente de fertilidade da área experimental. Cada cultura tem um tamanho ótimo de parcela, que é mais ou menos o mesmo para diferentes localidades, a não ser que haja diferen

ças marcantes na natureza da fertilidade dos solos.

Vários autores têm estudado o problema da determinação do tamanho de parcela em culturas consorciadas, entre eles, Zimmermann (1982), que o determinou graficamente pelo método da máxima curvatura; Ribeiro et al. (1984) usaram a relação entre a variância e o tamanho da parcela, medidas através de um coeficiente b de variabilidade do solo, ajustado por uma equação de regressão simples, segundo o método de Smith (1938) e Koch & Rigney (1951); Silva et al. (1984) utilizando o método de Pablos Hach & Castillo Morales (1976), estudaram o tamanho de parcela relacionando o coeficiente de variação com as dimensões, comprimento e largura da parcela, através de um modelo quadrático.

Este trabalho teve o objetivo de estimar tamanho e forma de parcelas de culturas consorciadas de algodoeiro herbáceo e milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio de uniformidade de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) consorciado com milho (*Zea mays* L.) foi conduzido na área da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Teresina (UEPAE de Teresina) situada no município de Teresina, PI, no ano de 1984, em solo

classificado como Aluvial **Ta** Eutrófico, **A** moderado, textura média, fase floresta subcaducifólia de várzea, relevo plano (Melo Filho et al.1980).

Usaram-se dois blocos casualizados, fileiras das culturas orientadas nos quatro quadrantes, com 288 unidades básicas de 1,00m x 3,00 m, em cada bloco.

Com as unidades básicas obtidas, realizaram-se diferentes combinações com o propósito de se obter vários tamanhos e formas de parcelas, as quais são descritas pelo comprimento de fileiras e número de fileiras em largura, medidas em número de parcelas unitárias (1,00 m x 3,00m), como seguem:

1 x 1	2 x 1	4 x 1	6 x 1	12 x 1
1 x 2	2 x 2	4 x 2	6 x 2	12 x 2
1 x 4	2 x 4	4 x 4	6 x 4	12 x 4
1 x 6	2 x 6	4 x 6	6 x 6	
1 x 12	2 x 12	4 x 12		

São, portanto, 22 tipos de parcelas; e quando os vários tamanhos e formas foram comparadas, todas as unidades básicas foram usadas, compreendendo a área (24,00 m x 36,00 m = 864,00 m²) útil total de um bloco do ensaio de uniformidade.

Utilizaram-se as cultivares Centralmex para o milho e BR-1 para o algodoeiro herbáceo, na proporção de uma fileira de milho para duas de algodoeiro herbáceo, semeadas simultaneamente.

O espaçamento entre fileiras de milho foi de 3,00m e entre as de algodoeiro herbáceo adjacentes foi de 1,00m, ficando estas a 1,00m das fileiras laterais de milho e com 0,20m entre covas dentro das linhas, para ambas as culturas.

As duas culturas foram adubadas com 40 kg/ha de N e 20 kg/ha de P_2O_5 , na forma de uréia e superfosfato simples, respectivamente.

Com os dados de rendimento ($g/3,00m^2$) de grãos de milho e de algodão herbáceo em caroço, utilizando-se o PROC MATRIX do SAS - Statistical Analysis System - (Apêndice 1), estimaram-se as variâncias de parcelas para cada um dos 22 tipos de parcelas consideradas.

Estudou-se a regressão (Smith, 1938):

$$\log \bar{V}_x = \log v - b \log x \quad (1)$$

onde,

\bar{V}_x : é variância do rendimento médio por unidade de área;

v: variância de parcela do tamanho correspondendo à unidade;

b: Índice de variabilidade do solo; e

x: número de unidades básicas que compõem a parcela.

Para estimar o coeficiente **b** de heterogeneidade do solo, usa-se como peso o número de graus de liberdade (w_i), e segundo Koch & Rigney (1951) é estimado por:

$$b = \frac{\sum w_i (x'_i - \bar{x}') Y_i}{\sum w_i (x'_i - \bar{x}')^2} \quad (2)$$

onde:

$Y = \log V\bar{x}$, $x' = \log x$ e os w_i são os respectivos graus de liberdade.

Com o objetivo de estudar a independência entre o comprimento (x_1) e a largura (x_2) das parcelas, quanto à influência exercida sobre $V\bar{x}$, adotou-se a equação de regressão linear múltipla, apresentada por Silva (1972), que inclui na equação de ajustamento a interação $x_1 \cdot x_2$, então:

$$\log V\bar{x} = \log v - b_1 \log x_1 - b_2 \log x_2 - b_3 \log x_1 \log x_2 \quad (3)$$

onde,

$V\bar{x}$: variância do rendimento médio por unidade de área;

x_1 : número de parcelas unitárias no sentido de comprimento;

x_2 : número de parcelas unitárias no sentido da largura; e

b_1, b_2, b_3 : coeficientes da regressão.

Determinou-se também, o tamanho de parcela independente de custo, utilizando-se o método de Hatheway cuja fórmula proposta por Hatheway (1961) é:

$$x^b = \frac{2 (t_1 + t_2)^2 (CV)^2}{rd^2} \quad (4)$$

onde,

- x : tamanho da parcela expressa em número de unidades básicas;
- b : índice da variabilidade do solo;
- t_1 : valor de t de Student ao nível de significância α ;
- t_2 : valor tabelado para t de Student correspondente a $2(1-p)$, onde p é a probabilidade de obter um resultado significativo;
- CV: coeficiente de variação do experimento;
- r : número de repetições a ser utilizado no experimento; e
- d : diferença entre dois tratamentos que se deseja detectar, medida em percentagem da verdadeira média.

Aplicou-se o método de otimização onde se minimizou a função resposta, representada pelo coeficiente de variação (CV), calculado para os diferentes tipos de parcelas. Neste método se considera que qualquer parcela tem duas dimensões: comprimento e largura e a variação do erro experimental é função da magnitude de ambas as dimensões e, a partir do conjunto de parcelas do ensaio, se criou uma estrutura fatorial.

Para determinação do tamanho e forma de parcela, adotou-se um modelo quadrático do tipo:

$$E(CV) = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_1^2 + B_4X_2^2 + B_5X_1X_2 \quad (5)$$

onde,

CV: coeficiente de variação;

B_1, \dots, B_5 : coeficientes de regressão; e

X_1 e X_2 : comprimento e largura da parcela, respectivamente, medidas em números de unidades básicas.

Gráficos por contornos foram obtidos para o estudo da natureza das superfícies estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados de produção das duas culturas, e seguindo os métodos de Smith (1938) e Koch & Rigney (1951), estimaram-se os índices de variabilidade do solo. Os valores encontrados foram iguais a 0,958 e 0,698, respectivamente, para milho e algodoeiro herbáceo.

O valor desse índice varia entre zero e um, sendo mais heterogêneo quanto mais próximo estiver de um. Pelos índices encontrados verifica-se que o solo é heterogêneo.

Na equação de regressão (3), obteve-se valores de b_3 iguais a 0,1401 e 0,1321 - todos não significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "t" - respectivamente, para milho e algodoeiro herbáceo. Portanto, comprimento e largura de parcela influem independentemente sobre a variância.

Então, retirou-se da equação (3) o parâmetro b_3 , e estimaram-se novos valores para os coeficientes de regressão (Tabela 1). Nota-se, que tanto o comprimento como a largura de parcela influem significativamente sobre a variância.

TABELA 1. Estimativa dos coeficientes de regressão, em cultura consorciada algodoeiro herbáceo e milho. Teresina-PI, 1984.

Coeficiente de regressão	Algodoeiro herbáceo	Milho
b_1	- 0,588*	- 0,988*
b_2	- 0,809*	- 0,929*

*significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 2 encontram-se, para cada tipo de parcela, os respectivos coeficientes de variação. E, para melhor visualização, destacam-se parcelas dos tipos a (parcela unitária), b, c, ..., n (medidas em número de parcelas unitárias no sentido de comprimento) e b', c', ..., n' (medidas em número de parcelas unitárias no sentido de largura).

O maior diferencial de coeficientes de variação entre as produções de milho e algodoeiro herbáceo, para um mesmo tipo de parcela, foi obtido na unidade básica, não sendo considerados grandes as outras diferenças entre as parcelas estudadas (Tabela 2).

TABELA 2. Tipos de parcelas, coeficientes de va
riação (C.V.), referente ao consórcio
 algodoeiro herbáceo e milho. Teresina-
 PI, 1984¹

Tipo de parcela		Algodoeiro herbáceo (C.V. %)	Milho (C.V. %)
a	1 X 1	25,62	30,92
b	2 X 1	19,82	21,22
b'	1 X 2	19,04	21,96
c	4 X 1	16,37	15,73
c'	1 X 4	14,39	16,79
d	6 X 1	15,03	12,80
d'	1 X 6	11,83	13,95
e	12 X 1	11,86	9,56
e'	1 X 12	9,02	10,47
f	2 X 2	15,20	14,80
g	4 X 2	13,04	11,46
g'	2 X 4	11,70	10,62
h	6 X 2	11,54	8,87
h'	2 X 6	9,42	9,49
i	12 X 2	9,74	6,83
i'	2 X 12	7,77	5,56
j	4 X 4	10,06	8,57
l	6 X 4	8,61	8,72
l'	4 X 6	7,91	6,73
m	12 X 4	7,00	4,88
m'	4 X 12	7,27	4,13
n	6 X 6	7,30	5,68

¹
 a: parcela unitária
 b, c, ..., n: medidas em número de parcelas uni
tárias no sentido de comprimento.
 b', c', ..., m': medidas em número de parcelas
unitárias no sentido da largu
ra.

Os tamanhos de parcelas, independente de custo, estimados pela fórmula de Hatheway (1961), encontram-se na Tabela 3. Nota-se que, com os dados de produção das duas culturas, não há grande diferença entre tamanhos de parcelas para mesmo número de tratamento e de repetição, coeficiente de variação de 10% e diferença de 15 e 20% entre médias. Conseqüentemente o tamanho da parcela tende simultaneamente as duas culturas em consórcio.

Por outro lado, à medida que diminui o número de repetições os tamanhos de parcelas são cada vez maiores, independente da cultura, evidenciando, assim, a importância da utilização de parcelas menores e maior número de repetições.

As análises de variância obtidas quando se ajustou o modelo quadrático para os rendimentos de milho e de algodoeiro herbáceo, revelou valores de R^2 (coeficiente de determinação) de 0,91 e 0,95 para as duas culturas, respectivamente (Tabela 4).

TABELA 3. Tamanho de parcela, em m², determinado pela fórmula de Hatheway (1961) para comprovar ao nível de 5% de probabilidade, diferenças (d) de 10, 15 e 20 entre médias, em ensaios em blocos casualizados, com diferentes tratamentos (k) e número de repetições (r), e o coeficiente de variação (CV). Teresina-PI, 1984.

C u l t u r a ¹	r	d	k = 6			k = 10			k = 16		
			CV(%)			CV(%)			CV(%)		
			10	15	20	10	15	20	10	15	20
Ah 4	10	39,3	125,7	286,6	36,0	115,0	262,3	34,5	110,2	251,3	
	15	9,8	31,3	71,3	9,0	28,7	65,4	8,6	27,4	62,6	
	20	3,5	11,3	25,8	3,2	10,4	23,6	3,1	10,0	22,7	
M 4	10	19,6	45,6	83,2	18,3	42,8	78,0	17,8	41,4	75,6	
	15	7,1	16,6	30,2	6,7	15,5	28,3	6,4	15,0	27,4	
	20	3,4	7,9	14,4	3,2	7,4	13,5	3,1	7,2	13,1	
Ah 6	10	20,3	64,9	148,0	19,3	61,6	140,6	18,7	59,6	136,0	
	15	5,1	16,2	36,9	4,8	15,4	35,0	4,7	15,0	34,2	
	20	1,8	5,8	13,3	1,7	5,6	12,7	1,7	5,4	12,4	
M 6	10	12,1	29,2	51,4	11,6	27,1	49,5	11,4	26,5	48,3	
	15	4,4	10,2	18,7	4,2	9,9	18,0	4,2	9,7	17,6	
	20	2,1	4,9	8,9	2,0	4,7	8,6	2,0	4,6	8,4	
Ah 8	10	13,0	12,6	94,7	12,6	40,0	91,2	12,3	39,3	89,7	
	15	3,2	10,4	23,6	3,1	10,0	22,8	3,1	9,8	22,4	
	20	1,2	3,8	8,6	1,1	3,6	8,2	1,1	1,2	8,1	
M 8	10	8,7	20,4	37,1	8,5	19,8	36,1	8,4	19,6	35,7	
	15	3,2	7,4	13,5	3,1	7,2	13,1	3,0	7,1	13,0	
	20	1,5	3,5	6,4	1,5	3,4	6,3	1,4	3,4	6,2	

¹Ah: algodoeiro herbáceo
M: milho

TABELA 4. Análise de variância do ajuste do modelo quadrático para o milho e algodoeiro herbáceo. Teresina-PI, 1984.

F.V.	G.L.	Milho		Algodoeiro herbáceo	
		Q.M.	R ²	Q.M.	R ²
Modelo	5	165,2806	0,91	91,3299	0,95
Erro	16	4,8738		1,4742	

As equações obtidas foram:

$$\begin{aligned}
 CV = & 33,6101 - 4,4689X_1 - 4,0240X_2 + \\
 & + 0,21237287X_1^2 + 0,17814065X_2^2 + \\
 & + 0,17566702X_1X_2
 \end{aligned}$$

para o milho, e

$$\begin{aligned}
 CV = & 28,3026 - 2,5749X_1 - 3,6627X_2 + \\
 & + 0,11014656X_1^2 + 0,17592815X_2^2 + \\
 & + 0,13256408X_1X_2
 \end{aligned}$$

para o algodoeiro herbáceo.

Utilizaram-se os gráficos por contornos para o estudo da natureza das superfícies ajustadas. (Fig. 1 e 2). Pelos gráficos verifica-se que para se obter um coeficiente de variação de aproximadamente 15% deve-se usar parcelas de 20 unidades básicas, ou seja, 60,00m² para o consórcio.

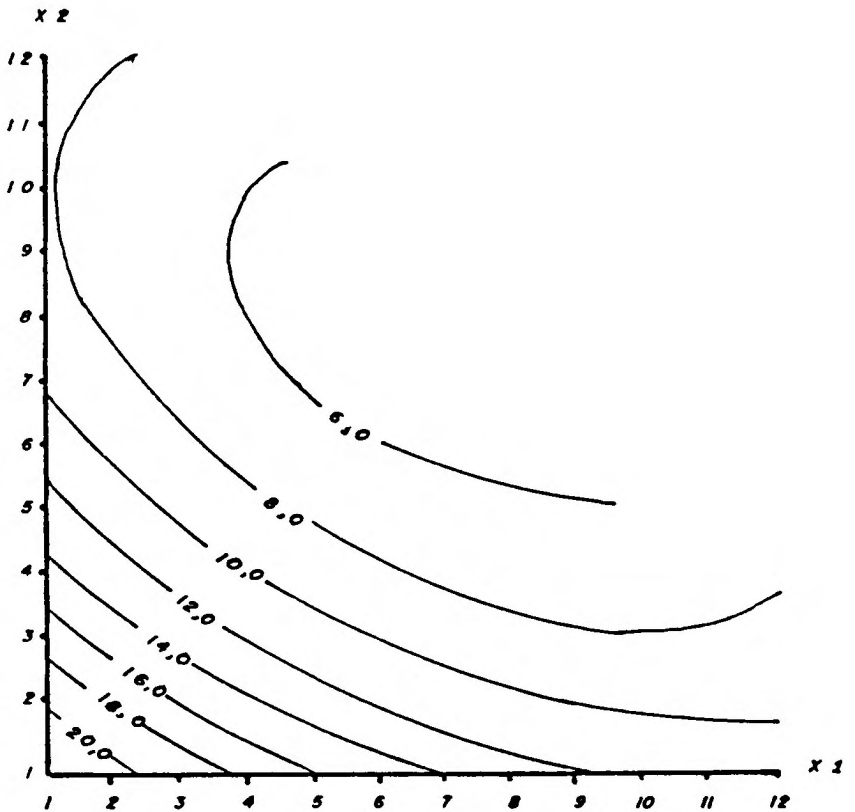


FIG 1 - Gráfico por contornos de X_1 Versus X_2 para diferentes coeficientes de variação, Algodoeiro Herbáceo.

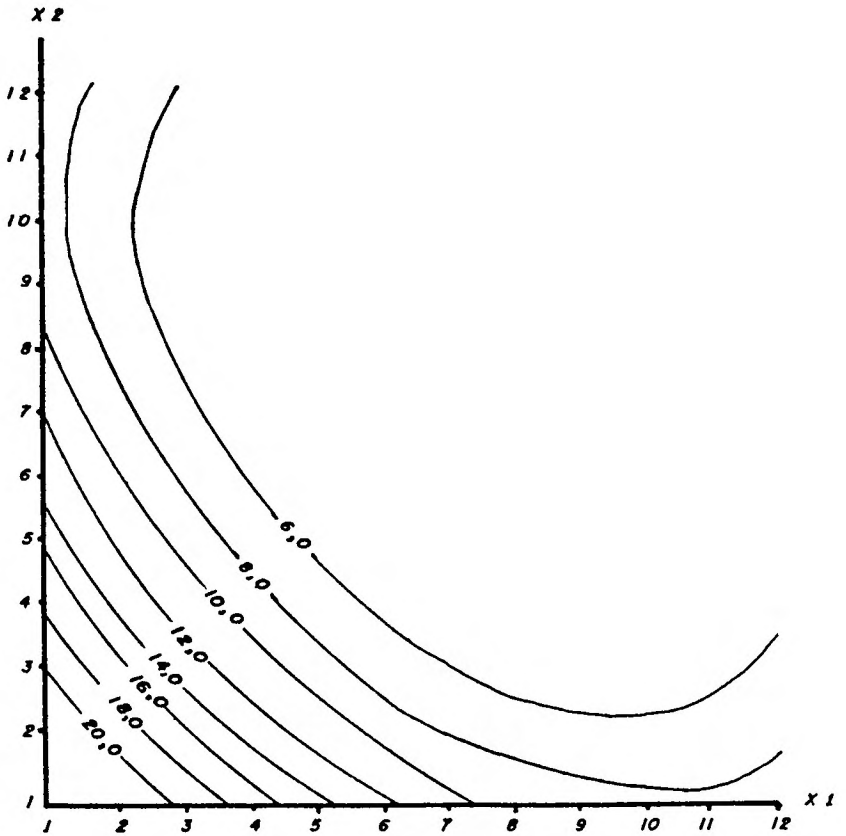


FIG. 2 - Gráfico por contorno de X_1 versus X_2 para diferentes valores de coeficientes de variação, milho.

CONCLUSÕES

1. O tamanho da parcela atende simultâneamente as duas culturas consorciadas.
2. O comprimento e a largura das parcelas influenciaram independentemente sobre a variância.
3. A diferença de coeficiente de variação entre as produções, para um mesmo tipo de parcela, não foi grande.
4. Para se detectar estatisticamente menores diferenças percentuais entre médias de tratamentos, é melhor utilizar parcelas menores e aumentar o número de repetições.
5. O modelo quadrático, ajustou-se bem aos dados considerados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Eng. - Agr. Paulo Roberto de Albuquerque Lima e ao Técnico Agrícola Ivo de Sousa Pinto cuja colaboração facilitou a execução desse trabalho no campo.

REFERÊNCIAS

- HATHEWAY, W.H. Convenient plot size. Agronomy Journal, 53 : 270-280, 1961.
- KOCH, E. J. & RIGNEY, J. A. A method of estimating optimum plot size from experimental data. Agr. J., 43 : 17-21, 1951
- MELO FILHO, H.F.R. de; MEDEIROS, L.A.R. & JACOMINE, P.K.T. Levantamento detalhado dos solos da área da UEPAE de Teresina, PI. Rio de Janeiro-RJ. EMBRAPA-SNLCS, 1980, 154 p. (EMBRAPA - SNLCS, Boletim técnico, 69).
- PABLOS HACH, J.L. & CASTILLO MORALES, A. Determinación del tamaño de parcela experimental óptimo mediante la forma canónica. Agrociencia, México, 23 : 39-48, 1976.
- RIBEIRO, V.Q.; SILVA, E.C. da. & FREIRE FILHO, F. R. Tamanho e forma de parcelas de culturas consorciadas e solteiras de caupi e milho. Pesq. agropec. bras., Brasília, 19 (11) : 1365-1371, nov. 1984.
- SILVA, E.C. da. Estudo do tamanho e forma de parcelas para experimentos de soja. Piracicaba-SP. ESALQ, 1972. 61 p. (Tese MS).
- SILVA, E.C. da; RIBEIRO, V.Q. & ANDRADE, D.F. de. Uso de um modelo quadrático na determinação do tamanho e forma de parcelas em experimentos com caupi consorciado com milho. Pesq. agropec. bras., Brasília, 19 (10): 1267-1270, out. 1984.

SMITH, F.H. An empirical law describing heterogeneity in the yield of agricultural crops. J. Agric. Sci. 28 : 1-23, 1958.

ZIMMERMANN, F.J.P. Tamanho e forma de parcela para pesquisa de feijão consorciado com milho. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17 (5): 741-3, 1982.

APÊNDICE 1. PROC MATRIX do SAS-Statistical Analysis System para estimar as variâncias de cada um dos 22 tipo de parcelas consideradas.

```

INPUT X1-X12;
PROC MATRIX;
FETCH A;
VET = 1 2 4 6 12;
VARS = 1 2 3 4 5 6 7;
*
***---CÁLCULO DO SOMATÓRIO DO TOTAL DE CADA BLOCO
AO QUADRADO---;
SB = 0;
DO I = 1 TO 2;
    L1 = (I-(1)*24+1;
    SB = SB+(SUM(A(L1:Li+23,*)))2;
END;
MÉDIA = SUM(A) / 576
PRINT MÉDIA;
*
***--- CÁLCULO DA VARIÂNCIA PARA OS-----;
***--- VÁRIOS TIPOS DE PARCELA-----;
*;
DO L = 1 TO 5;
    NLX = VET(1,L);
    NBL = 48 / NLX;
    DO C = 1 TO 5;
        NCX = VET (1,C);
        ORDEM = NLX*NCX;
        IF ORDEM >48 THE GOTO SAI;
        *****;

```

