

CENTRO DE DOCUMENTACION

22 FEB. 1978

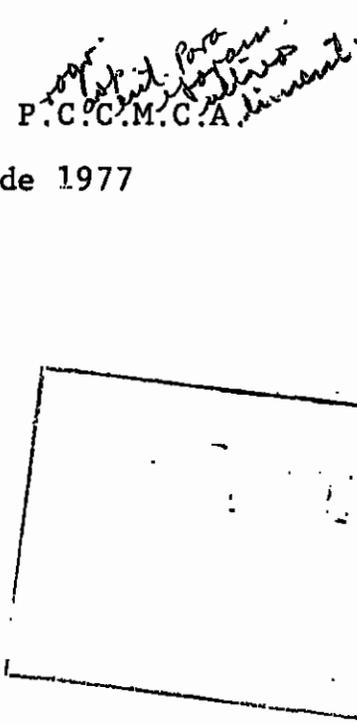
EFICIENCIA Y PRECISION DEL DISEÑO EN LATICES BAJO DISTINTO  
NUMERO DE REPETICIONES Y TAMANO DE PARCELA EN ENSAYOS DE  
RENDIMIENTO DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.)



XXIII REUNION ANUAL DEL P.C.C.M.C.A.

21 a 24 de Marzo de 1977

Panamá



María Cristina Amézquita<sup>1/</sup>

Jaime Eduardo Muñoz<sup>2/</sup>

Oswaldo Voyses<sup>3/</sup>

<sup>1/</sup> Biometría, CIAT. Apartado Aéreo 67-13, Cali, Colombia

<sup>2/</sup> Universidad Nal. de Colombia, Facultad de Agronomía -  
Palmira (Valle)

<sup>3/</sup> Programa de Agronomía de Frijol, CIAT.

EFICIENCIA Y PRECISION DEL DISEÑO EN LÁTICES BAJO DISTINTO  
NUMERO DE REPETICIONES Y TAMAÑO DE PARCELA EN ENSAYOS DE  
RENDIMIENTO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

I. INTRODUCCION:

El propósito de este trabajo es estudiar la eficiencia y precisión del diseño de Látice (5x5) bajo distinto número de repeticiones y diferentes tamaños de parcela experimental (número de surcos por parcela) en un ensayo de rendimiento de 25 variedades de frijol negro. Como medida de eficiencia, utilizaremos la Eficiencia Relativa (ER) del diseño en Látices con respecto al diseño en Bloques Completos al Azar (BCA), considerando que el Látice es más eficiente, cuando su ER excede a 105%.

Como índice de precisión utilizaremos el Coeficiente de Variación (CV) y la Diferencia Mínima Significativa (DMS), siendo esta última un índice de la magnitud de las diferencias entre tratamientos que pueden ser detectadas por el diseño, y el primero, una medida de la variabilidad no controlada.

De esta manera, estaremos en capacidad de predecir qué CV y qué magnitud de DMS puede esperarse al utilizar como diseño experimental un Látice de (5x5) con un número dado en repeticiones y un cierto tamaño de parcela experimental. Se estudiará el Látice con 2, 3, 4, 5 y 6 repeticiones y con parcelas de 1, 2, 4 y 6 surcos de 3m. de largo, siendo el área de parcela respectivamente igual a 1.5, 3.0, 6.0 y 9.0 m<sup>2</sup>.

Este trabajo fué motivado por el Proyecto "Vivero Interna-

cional de Rendimiento en Frijol" (VIRF) que tiene a su cargo el Programa de Agronomía de Frijol del CIAT desde mediados de 1976, y cuyo objetivo es estudiar el comportamiento de 25 variedades en un amplio rango de ambientes. Para el primer año de realización del VIRF se instalaron 90 ensayos en 30 países y se espera un número igual o mayor de ensayos por país para el segundo año (1977-1978), al disponerse de mayor cantidad de material a probar. El diseño experimental único utilizado en cada localidad ha sido el de Látices de (5x5) con 4 repeticiones, con parcelas de 12m<sup>2</sup> de área total y 6m<sup>2</sup> de área útil. Esta dimensión para el área útil de parcela obedece a los resultados de un trabajo previamente realizado en la Unidad de Biometría del CIAT (5). El área que cubre cada ensayo es de 1.800m<sup>2</sup> aproximadamente.

Dado que estudios realizados por la Unidad de Biometría del CIAT (4) muestran que el diseño en Látices es entre 2 y 84% más eficiente que el diseño en BCA según las condiciones de heterogeneidad del suelo; que las diferencias entre variedades que se desearía detectar como significativas en el VIRF oscilan entre 350 y 400 Kg/Ha; y tomando en cuenta que la mayor restricción con la que tropiezan los investigadores involucrados en el VIRF es la escasez de terreno, hemos considerado de suma importancia realizar este estudio que permite encontrar una combinación de tamaño de parcela y número de repeticiones que se ajuste a las necesidades futuras del Vivero.

## II. MATERIALES Y METODOS:

### 2.1. Materiales y Métodos de campo:

El ensayo se realizó en la granja experimental del CIAT-Palmira (Colombia), con temperatura promedio de 24°C, altura sobre el nivel del mar de 1000m y precipitación promedio anual de 1000mm.

Se probaron 25 variedades de color negro y hábitos de crecimiento II y III (ver tabla 1). En ensayo fué sembrado bajo un diseño de Látice (5x5) balanceado (con 6 repeticiones) que cubrió un área total aproximada de 3000m<sup>2</sup>.

Se consideró como unidad experimental una parcela de 12m<sup>2</sup> de área total, constituida por 6 surcos de 4m. de largo (3 camas con 2 surcos por cama y 1m de distancia entre camas) (ver figura 1).

La cosecha se realizó por surcos, denominados A, B, C, D, E y F, dejando bordes de 0.5m en las cabeceras, de tal manera que el área útil por parcela fué de 9m<sup>2</sup>.

### 2.2. Metodología de Análisis:

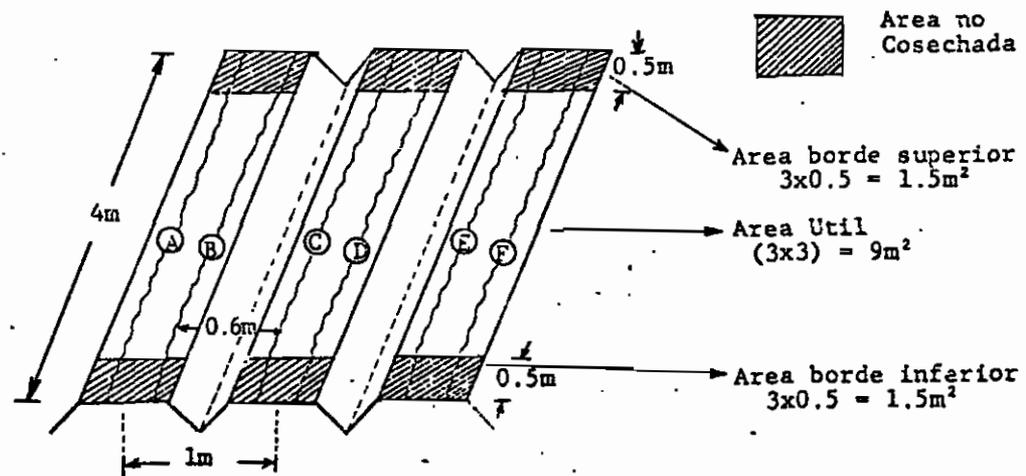
Se evaluó el diseño de Látice (5x5) bajo las siguientes combinaciones de tamaño de parcela y número de repeticiones:

Tamaño de parcela

- De 1 surco (Surco C)  
Área de parcela = 1.5m<sup>2</sup>
- De 2 surcos (Surcos C y D)  
Área de parcela = 3m<sup>2</sup>
- De 4 surcos (Surcos B, C, D y E)  
Área de parcela = 6m<sup>2</sup>
- De 6 surcos (Surcos A, B, C, D, E y F)  
Área de parcela = 9m<sup>2</sup>

TABLA 1: VARIEDADES UTILIZADAS

Número	Clave	Nombre	Hábito de Crecimiento
1	P9	Pecho Amarillo	II
2	P14	PI 310.909	II
3	P199	PI 196.927	II
4	P209	PI 201.333	II
5	P225	PI 207.130	II
6	P226	PI 207.198	II
7	P320	PI 310.686	II
8	P322	PI 310.724	III
9	P337	PI 310.797	II
10	P349	PI 311.930	II
11	P422	Compuesto Negro	II
12	P437	Frijol Negro	II
13	P443	Frijol Negro C	II
14	P459 B	Jamapa	II
15	P459 C	Jamapa	II
16	P481	N 257	II
17	P491	Puebla 41-1	III
18	P509	San Pedro P. 72	II
19	P529	Trujillo 7	III
20	P566	Porrillo Sintético	II
21	P579	PI. 313.868	II
22	P667	C - 166 -N	II
23	P668	C - 168 -N	II
24	P675	ICA - Pijao	II
25	P700	Jalpatagua 72	II



ESQUEMA DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

y número de repeticiones

- 2 (3 Grupos: I y II; III y IV; <sup>1/</sup>  
V y VI)
- 3 (2 Grupos: I, II y III; IV, V y VI)
- 4 (3 Grupos: I, II, III, IV; III, IV,  
V, VI; I, II, V, VI)
- 5 (1 Grupo: I, II, III, IV y V)
- 6 (1 Grupo: I, II, III, IV, V y VI)

Los grupos de repeticiones fueron escogidos de tal manera que cada repetición apareciera el mismo número de veces. La única excepción es el caso de 5 repeticiones, donde no aparece la VI. Como parcela de 1 surco, se eligió la parcela constituida por el surco "C" (ver Fig. 1) por ser éste junto con el "D" los más representativos de parcelas de 1 surco sujetos a competencia uniforme. El mismo criterio se siguió en la elección de parcelas de dos y cuatro surcos.

En cada caso, se efectuaron análisis de varianza para rendimiento (en Kg/Ha), según la disposición de fuentes de variación y grados de libertad correspondientes al diseño de Lá-tices (5x5), así:

Fuentes de Variación	g.l.	CM
Repeticiones	r-1	CM <sub>R</sub>
Bloque incompleto dentro de repetición (ajustado)	4r	CM <sub>B</sub>
Variedades (sin ajustar)	24	CM <sub>V</sub>
Error intra-bloque	20r-24	CM <sub>E</sub>
Total	25r-1	
Error correspondiente al BCA	24(r-1)	CM <sub>E</sub> <sub>BCA</sub>

1/

I, II, III, IV, V y VI corresponden al número de la repetición.

Se calculó el CV, la DMS y la ER del látice con respecto al BCA para cada combinación,

donde,

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100 \quad , \quad \text{siendo } S = \sqrt{CME} \text{ y } \bar{X} = \text{media general}$$

$$DMS = t_f \sqrt{\frac{2CME}{n}} \quad , \quad \text{siendo } f = \begin{matrix} \text{grados de libertad del error:} \\ (20r-24) \end{matrix}$$

n = número de observaciones por tratamiento

$$ER_{L,BCA} = \frac{CME_{BCA}}{CME'} \quad , \quad \text{siendo } CME' = \text{cuadrado medio del error efectivo en Látices } \frac{1}{\mu}$$

### III. RESULTADOS Y DISCUSION:

La Tabla 2 muestra los valores de CV, DMS y  $ER_{L,BCA}$  para las distintas combinaciones de número de repeticiones y tamaño de parcela (número de surcos por parcela). Los datos en ella consignados corresponden a promedios entre los distintos grupos con igual número de repeticiones. Así, por ejemplo, el CV que corresponde a 2 repeticiones con parcelas de 1 surco (24.33%) fué obtenido como el promedio de los CV respectivamente hallados para parcelas de 1 surco en los 3 grupos de 2 repeticiones (I y

$$\frac{1}{\mu} CME' \text{ para Látices balanceados} = CME (1+k\mu) \text{ con } k = \sqrt{\frac{\text{No. de tratamientos}}{\mu}}$$

$$\mu = \frac{CMB - CME}{k^2 CMB}$$

$$CME' \text{ para Látices no balanceados} = CME \left( \frac{1+r k \mu'}{k+1} \right) \quad , \quad \mu' = \frac{CMB - CME}{k(r+1)CMB}$$

TABLA 2: VALORES DE C.V., DMS Y ER<sub>L,BCA</sub> PARA UN LATICE (5x5) CON  
DISTINTO NUMERO DE REPLICACIONES Y 4 DIFERENTES TAMAÑOS  
DE PARCELA

NUMERO DE REPLICACIONES	No. DE SURCOS/PARCELA (AREA/PARCELA)	C.V. (%)	DMS (Kg/Ha)	ER (%)
2	1 (1.5m <sup>2</sup> )	24.33	1004.7	122.3
	2 (3.0m <sup>2</sup> )	11.26	590.9	105.7
	4 (6.0m <sup>2</sup> )	8.10	436.2	125.9
	6 (9.0m <sup>2</sup> )	7.17	386.8	200.3
	Promedio General	12.72	604.7	138.6
3	1 (1.5m <sup>2</sup> )	25.69	816.9	113.4
	2 (3.0m <sup>2</sup> )	11.76	476.9	106.0
	4 (6 m <sup>2</sup> )	9.31	381.6	117.5
	6 (9 m <sup>2</sup> )	8.07	327.4	123.4
	Promedio General	13.71	500.7	115.1
4	1 (1.5m <sup>2</sup> )	23.70	654.5	105.0
	2 (3.0m <sup>2</sup> )	11.33	397.7	109.4
	4 (6.0m <sup>2</sup> )	9.58	339.1	117.7
	6 (9.0m <sup>2</sup> )	8.35	292.0	125.6
	Promedio General	13.24	420.8	114.4
5	1 (1.5m <sup>2</sup> )	22.99	572.92	104.3
	2 (3.0m <sup>2</sup> )	10.76	341.61	110.5
	4 (6.0m <sup>2</sup> )	9.43	302.13	112.0
	6 (9.0m <sup>2</sup> )	8.59	271.35	115.1
	Promedio General	12.94	372.0	114.4
6	1 (1.5m <sup>2</sup> )	23.29	525.13	104.5
	2 (3.0m <sup>2</sup> )	11.42	327.45	110.2
	4 (6.0m <sup>2</sup> )	9.59	276.99	115.5
	6 (9.0m <sup>2</sup> )	8.59	245.57	119.0
	Promedio General	13.22	343.8	112.3

II; III y IV; V y VI).

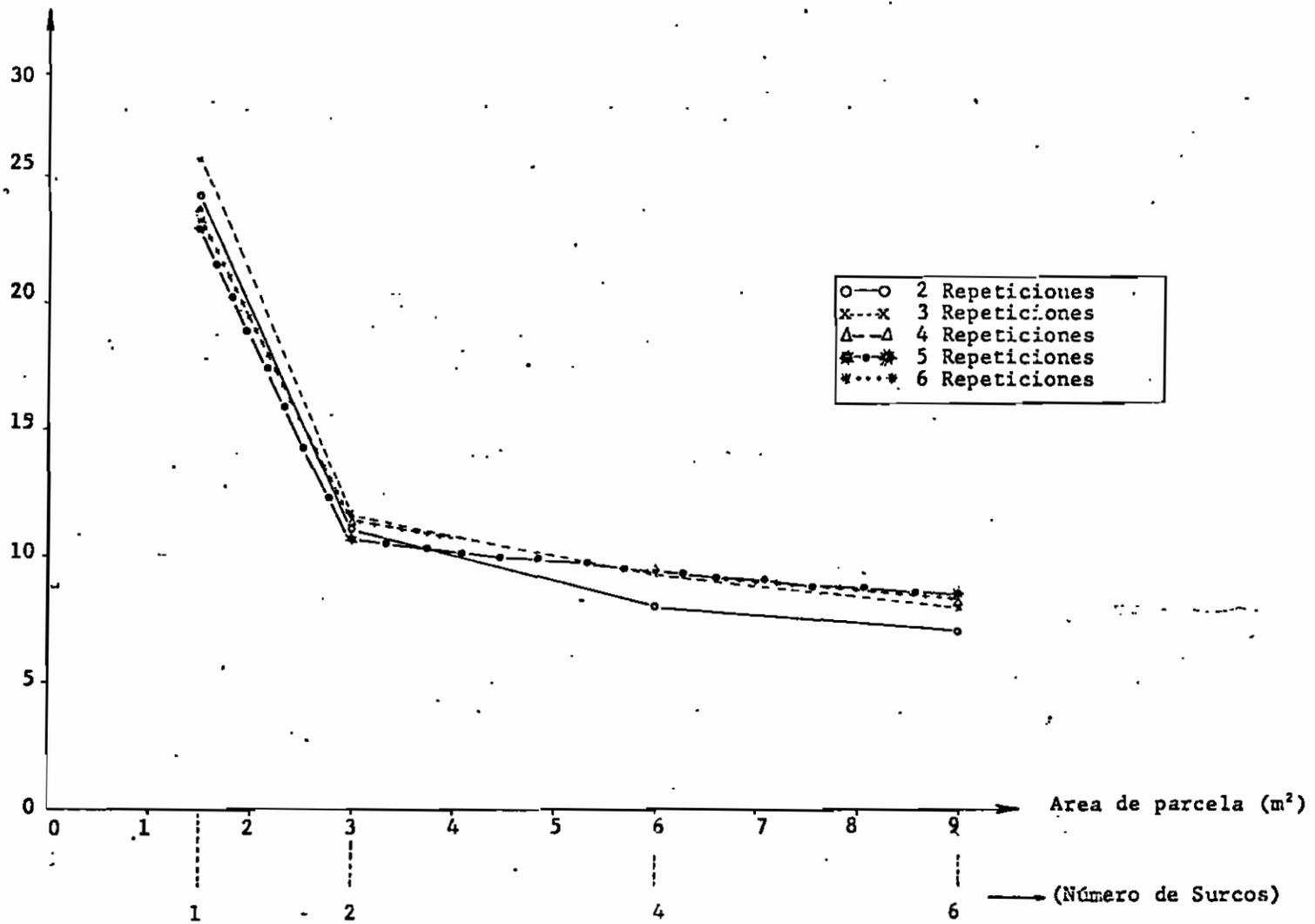
Las figuras 2 y 3 presentan la relación entre el CV y la DMS respectivamente, con el número de surcos por parcela, para 2,3,4,5 y 6 repeticiones del Látice (5x5). Los datos utilizados para estas gráficas corresponden a los promedios presentados en la Tabla 2.

Como se aprecia en la Figura 2, el CV decrece a medida que aumenta el tamaño de la parcela, para cualquier número de repeticiones. Los valores del CV son siempre superiores a 20% con parcelas de 1 surco (su valor oscila entre 21 y 29%), pero menores ó iguales a 12% con parcelas de 2,4 y 6 surcos. El número de repeticiones no tiene ningún efecto en lo que respecta al CV.

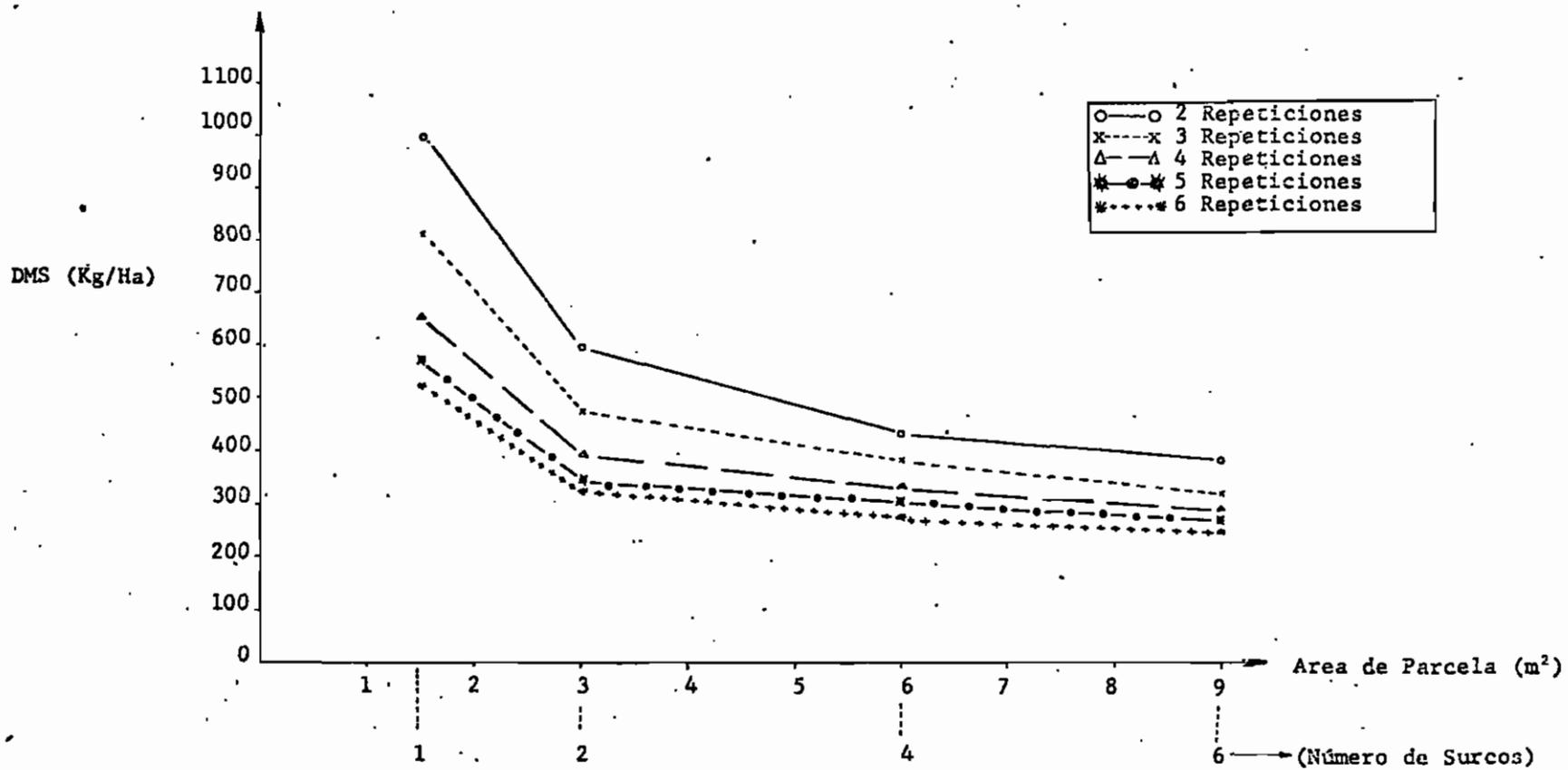
La Figura 3 muestra las diferencias en rendimiento (DMS en Kg/Ha) que el Látice (5x5) puede detectar al usar distintos tamaños de parcela y 2,3,4,5 ó 6 repeticiones. En ella se observa que la DMS sí es sensible al número de repeticiones que se utilicen. Con 2, la diferencia en rendimiento detectada en promedio es de 604.7 Kg/Ha; a medida que se aumenta el número de repeticiones, el diseño es capaz de detectar diferencias menores; cuando el Látice (5x5) es balanceado, es decir, cuando utiliza 6 repeticiones, puede detectar en promedio diferencias de 343.8 Kg/Ha (ver Tabla 2).

La DMS es también muy sensible al tamaño de parcela. El Látice detecta diferencias más pequeñas a medida que se incre-

C.V. (%)



**FIG. 2** : CV EN FUNCION DEL AREA DE PARCELA (No. de Surcos) PARA DISTINTO NUMERO DE REPETICIONES EN UN LATICE (5x5)



**FIG.3 :** DMS EN FUNCION DEL AREA DE PARCELA (No. de Surcos) PARA DISTINTO NUMERO DE REPETICIONES EN UN LATICE (5x5)

menta el número de surcos por parcela (Ver Tabla 2 y Figura 3).

En general, podemos afirmar que el número de repeticiones que se utilicen afecta a la DMS, mientras que el tamaño de parcela experimental afecta tanto a la DMS como al CV.

Sin embargo, en cuanto a la ER del Látice con respecto al BCA, no se observa ninguna tendencia definida al variar el número de repeticiones o el tamaño de la parcela experimental. Lo único que podemos afirmar es que bajo todas las condiciones, el diseño en Látice supera o es igualmente eficiente que el diseño en BCA.

Conclusión:

A partir del presente estudio podemos presentar a manera de conclusión, las distintas combinaciones de número de repeticiones y tamaño de parcela a utilizar con el diseño de LATICE (5x5) que satisfacen las necesidades futuras del "Vivero Internacional de Rendimiento de Frijol" (Phaseolus vulgaris L.), a saber

- Area experimental por ensayo < 1.800 m<sup>2</sup>
- DMS = 400 Kg/ha.
- CV. ≤ 15%

COMBINACIONES DE NUMERO DE REPETICIONES Y TAMANO DE PARCELA QUE SATISFACEN LAS NECESIDADES DEL V.I.R.F.

No. de Repeticiones	Area útil de parcela	No. de Surcos	Ancho (m)	Largo (m)	Area total de parcela (m <sup>2</sup> )	Area total del ensayo (m <sup>2</sup> )
5	2.7	2	0.9	3.0	7.6	1700
4	3.0	2	1.0	3.0	8.0	1400
3	6.0	4	2.0	3.0	12.0	1350
2	9.0	6	3.0	3.0	16.0	1100

## BIBLIOGRAFIA

1. Cochran y Cox. G. Diseños experimentales. Editorial Trillas 1965. p. 416-469.
2. Hatheway W.H. and Williams E.J. Efficient estimation of the relationship between plot size and the variability of crop yields. Biometrics, June 1958, p. 207-222.
3. LeClere E.; Leonard, W. and Clark, A. Field plot technique. Burgess Publishing Company. 1962. 373 p.
4. Muñoz J.E. y Amézquita M.C. Eficiencia relativa del Diseño en Látices con respecto al Diseño en Bloques al Azar. XXII Reunión PCCMCA. San José, Costa Rica. 1976.
5. Muñoz, J.E., Salazar L.C., López Y. Determinación del tamaño, forma y número de repeticiones más adecuadas en ensayos de rendimiento en Frijol (Phaseolus vulgaris L.) y comparación de dos métodos para estimar su rendimiento comercial. 1975.

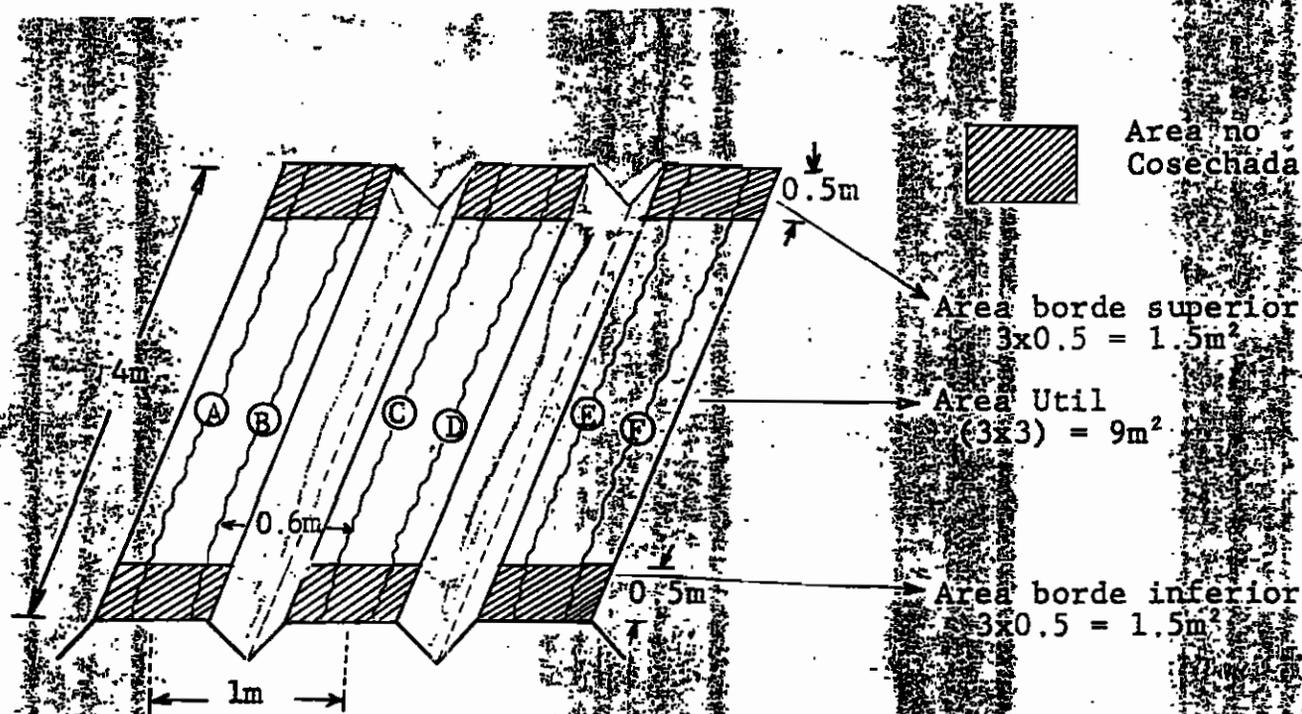


FIGURA 1. ESQUEMA DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

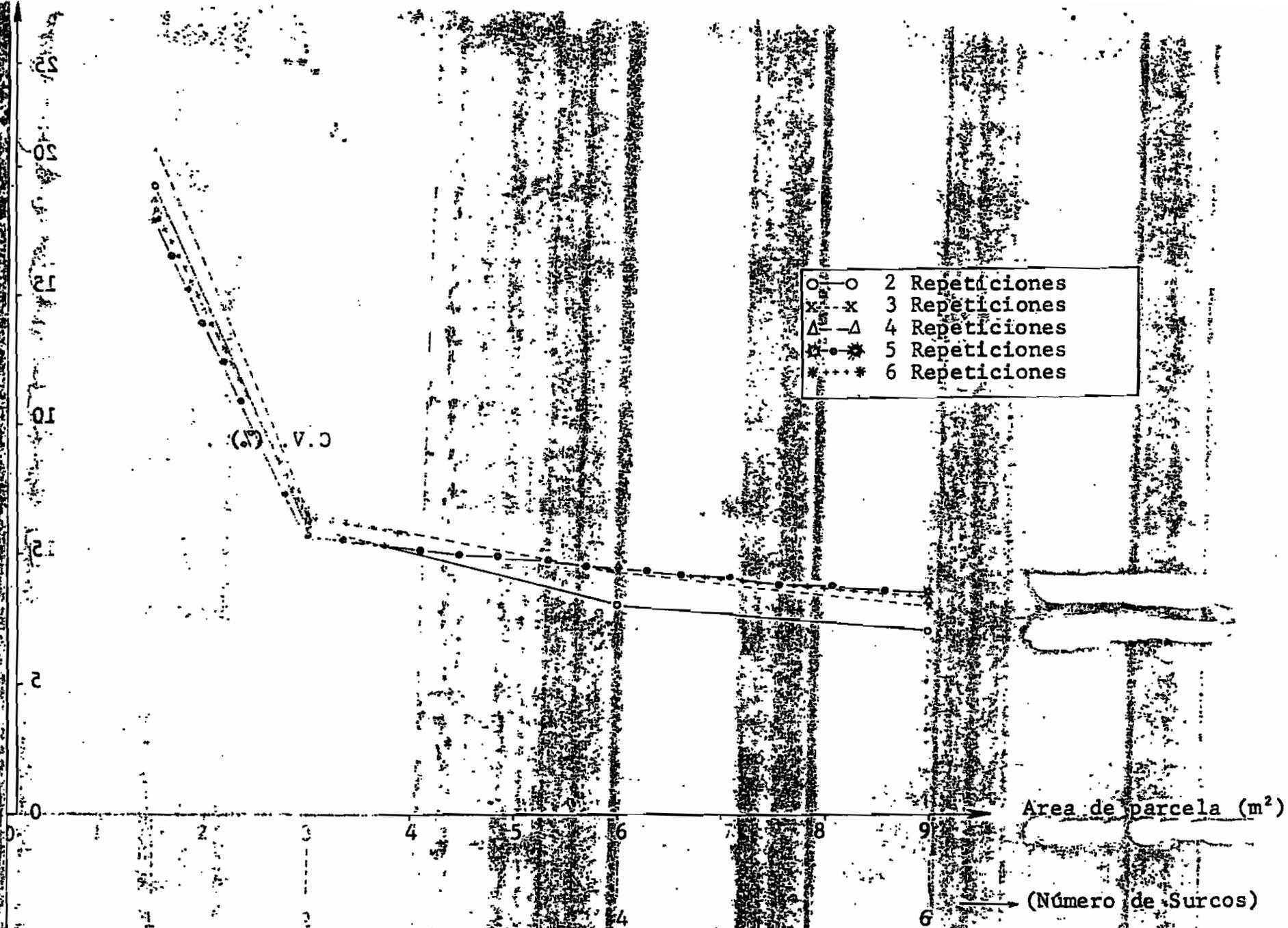


FIGURA 2: CV EN FUNCIÓN DEL AREA DE PARCELA (No. de Surcos) PARA DISTINTO NUMERO DE REPETICIONES EN UN LATICEA (5x5)