

**DETERMINACION DEL TAMAÑO Y FORMA OPTIMA DE LA
PARCELA EXPERIMENTAL EN ENSAYOS DE VARIEDADES DE ARROZ.
CHICHEBRE, PANAMA 1990.**

Florentino Vega¹ y Rolando Lasso²

RESUMEN

En la Estación Experimental de Chichebre, ubicada en el distrito de Chepo, provincia de Panamá se realizó un ensayo de evaluación de variedades de arroz del cual se tomaron 32 parcelas con diferentes tamaños y formas con el objetivo de evaluar el efecto que tienen variables como el área efectiva de la parcela experimental, número y largo de las hileras, en la precisión experimental de parámetros tales como el coeficiente de variación (CV), la desviación estándar (S) y el coeficiente de determinación (R^2). La relación entre cada uno de los parámetros y las variables independientes se midió a través de modelos de regresión múltiple y cuadrático. Los resultados muestran que el área es el factor más importante para lograr una disminución en el coeficiente de variación, seguido del largo de la hilera. Los valores más afectados del área se encuentran entre 4 a 6 m² y el largo de 4 a 5 m. Iguales resultados se encontraron para la desviación estándar, con efectos significativos del área y el largo de la hilera.

**DETERMINATION OF THE OPTIMUM SIZE AND SHAPE OF EXPERIMENTAL
PARCEL IN TESTS OF VARIETIES OF RICE,
CHICHEBRE, PANAMA, 1990**

At the Experimental Station of Chichebre, located in the District of Chepo, Province of Panama, a test evaluation was carried out of varieties of rice. Thirty two parcels of different sizes and forms were taken with the objective of evaluating the effect of such variables as the effective area of the experimental parcel and number and length of rows on the experimental precision of parameters such as the coefficient of variation (CV), the standard deviation (S), and the coefficient of determination (R^2). The relationship between each parameter and the independent variables was measured with multiple regression and quadratic models. The results indicate that the area is the most important factor in decreasing the coefficient of variation, followed by the length of the row. The values of area most affected area found between 4 and 6 m² and those of length between 4 and 5 m. Similar results were found for the standard deviation, with significant effects due to area and length of row.

La precisión experimental es producto de cuatro factores principales: clima, suelo, manejo y el diseño experimental. Dentro del diseño de un experimento, el tamaño y la forma de la parcela son los aspectos que más influyen en la precisión o exactitud que se logre, pues mediante el uso de parcelas de dimensiones apropiadas se puede atenuar los efectos de la

heterogeneidad del suelo. El coeficiente de variación (CV), el coeficiente de determinación (R^2) y la desviación estándar (S) son las medidas más utilizadas para determinar la precisión experimental.

Generalmente, las dimensiones de las parcelas utilizadas en experimentación agrícola en el IDIAP son las mismas que se

¹ M.Sc. en Estadística, Nivel Central. IDIAP, Panamá. ² Dr. en Fitomejoramiento. Centro Experimental de Chichebre. IDIAP, Panamá.

emplean en los Centros Internacionales como IRRI, CIMMYT, entre otros, y no son producto de las experiencias de las condiciones locales.

Hasta la fecha, en Panamá no se han realizado estudios sobre tamaño y forma óptima de la parcela experimental en ningún cultivo. De allí, la necesidad de realizar una serie de investigaciones conducentes a determinar el tamaño y forma óptimas de la parcela experimental y posiblemente, disminuir el costo de los experimentos, objetivos sobre el cual está fundamentado este ensayo.

En América Latina se han realizado estudios en Brasil, México, Cuba, Venezuela, Perú, entre otros, con resultados favorables en cuanto a disminución del error experimental basado en la variación del tamaño y forma de la parcela.

Martínez (1972), encontró efecto del tamaño y forma de la parcela en el coeficiente de variación y la desviación estandar del experimento, utilizando modelos de regresión. Otros autores (Correa da Silva, 1984; Méndez y Casas, 1968; Amados y Camet, 1979) encontraron resultados parecidos. Trabajos de Oliveira (1976) muestran una influencia significativa del coeficiente de heterogeneidad del suelo en el CV, R^2 y S.

El modelo de regresión múltiple, $Y = b_0 + b_1(\text{área}) + b_2(\text{largo}) + b_3(\text{ancho})$ fue utilizado por Martínez (1972), Méndez y Casas (1968) y Correa da Silva (1978), encontrándose que el tamaño de la parcela (área), es el factor de mayor influencia en el aumento o disminución del CV. Resultados similares encontraron Amador y Camet (1979) y Pérez Ramos (1977), con claras evidencias

que el área tiene efectos significativos en la estimación del rendimiento por hectárea.

Este objetivo se logrará al comprobar las siguientes hipótesis:

A. Hipótesis Informales

- a. Existe efecto significativo del área sobre CV, R^2 y S.

No existe efecto significativo del área sobre CV, R^2 y S.

- b. Existe efecto significativo del largo de hileras sobre el CV, R^2 y S.

No existe efecto significativo del largo de hileras sobre el CV, R^2 y S.

- c. Existe efecto significativo del número de hileras sobre el CV, R^2 y S.

No existe efecto significativo del número de hileras sobre el CV, R^2 y S.

B. Hipótesis Formales

Con el modelo propuesto el juego de hipótesis formales son:
(B_1 = efecto lineal, B_2 = efecto cuadrático).

- a. $H_a B_1 = 0, B_2 = 0$
b. $H_a B_1 \neq 0, B_2 \neq 0$

MATERIALES Y METODOS

Para el presente estudio se tomaron los resultados de rendimiento de un experimento de variedades de arroz en secano favorecido desarrollado en el Campo Experimental del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, ubicado en Chichebre, Panamá.

Este está situado a 9° 81' de latitud Norte y 79° 81' de longitud Oeste, a 3 msnm, con temperatura promedio anual de 27°C. La precipitación anual promedio es de aproximadamente de 2,000 mm. El suelo es de topografía plana, franco-arcilloso a una profundidad de 15 cm (aluvión reciente), de fertilidad media alta, clasificado como haplaquoll.

El diseño experimental fue un bloque al azar con cuatro repeticiones y 11 tratamientos. La parcela utilizada normalmente consta de 10 hileras de 5 m de largo separados a 20 cm, el área útil o unidad experimental (U.E.) estaba constituida por las seis hileras centrales a las cuales se eliminó 0.5 m en cada extremo, resultando una parcela efectiva de 4.8 m.

Para esta investigación se tomaron 12 hileras de 7 m de largo y se cosecharon las hileras 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10; a cada una de éstas se les eliminó 0.5, 1.0 y 2.0 m de borde. De esta forma resultaron 32 parcelas efectivas para el estudio con anchos de 3, 4, 5 y 6 metros. Las otras combinaciones que pudieran resultar no se tomaron en cuenta porque no se utilizan en el campo.

Para comprobar la influencia que pueda tener la variación del largo y ancho (número) de las hileras, y área de la parcela en los parámetros de precisión resultantes, se realizaron estudios utilizando la metodología estadística antes señalada en varios cultivos para explicar el efecto y formular recomendaciones.

Como el objetivo es comprobar que existe efecto significativo de las variables área de la parcela, largo de la hilera y ancho (número de hileras) sobre el CV, R² y S,

encontradas en cada uno de los 32 tamaños de parcelas, se establecieron así modelos de regresiones polinomiales de la forma:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3$$

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2^2; \quad (i=\text{área, largo, número de hileras})$$

En estos modelos las Y, corresponden a las variables dependientes: CV, R² y S.

Los modelos de regresión se analizaron en un microcomputador IBM, AT con disco duro de 30 MEGA Y 512 de memoria RAM, utilizando el paquete de análisis estadísticos SAS versión 6.1 para micros.

Una vez estimado el modelo múltiple, se procedió a calcular el modelo cuadrático para una mayor descripción de las variables en estudio (CV, R² y S) que fuesen significativamente afectadas por los factores área, largo y número de hileras.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos de la investigación se muestran en el Cuadro 1; en él se observan los factores: área (m²), largo de la hilera (m) y ancho (número de hileras) en la parcela. Así mismo, se presentan los resultados de las variables de respuesta, coeficiente de variación (CV), coeficiente de determinación (R²) y desviación estándar (S), para cada combinación de las 32 parcelas.

Las estimaciones sobre el efecto de cada factor, de acuerdo al modelo de regresión propuesto en los parámetros: coeficiente de variación, desviación estándar y coeficiente de determinación se muestran

Cuadro 1. Resultados de Coeficiente de Variación (V), Coeficiente de Determinación (R^2) y Desviaciones Estandar (S) del Modelo Bloques al Azar en cada una de las 32 Parcelas

N° Parcela	Area (m ²)	Largo (m)	Ancho (N° Hileras)	CV	R ²	√CME (S)
1	1.8	3	3	20.67	0.444	957.2
2	2.4	4	3	16.60	0.505	794.5
3	3.0	5	3	12.80	0.562	251.2
4	3.6	6	3	14.77	0.471	233.6
5	2.4	3	4	17.60	0.453	841.1
6	3.2	4	4	15.45	0.459	294.6
7	4.0	5	4	14.37	0.490	108.9
8	4.8	6	4	16.42	0.544	191.9
9	3.0	3	5	14.91	0.506	448.5
10	4.0	4	5	11.77	0.612	231.7
11	5.0	5	5	13.09	0.500	154.5
12	6.0	6	5	14.48	0.569	137.9
13	3.6	3	6	14.13	0.512	684.7
14	4.8	4	6	13.95	0.507	259.6
15	6.0	5	6	14.59	0.380	170.1
16	7.2	6	6	15.92	0.492	148.8
17	4.2	3	7	13.64	0.509	662.7
18	5.6	4	7	14.53	0.462	233.6
19	7.0	5	7	14.73	0.418	166.5
20	8.4	6	7	14.18	0.578	128.4
21	4.8	3	8	13.33	0.488	645.6
22	6.4	4	8	12.30	0.484	191.6
23	8.0	5	8	13.02	0.446	177.5
24	9.6	6	8	14.62	0.519	130.5
25	5.4	3	9	12.95	0.492	625.9
26	7.2	4	9	13.07	0.509	213.6
27	9.0	5	9	13.41	0.443	147.2
28	10.8	6	9	15.18	0.500	133.4
29	6.0	3	10	13.03	0.465	627.1
30	8.0	4	10	13.01	0.464	205.0
31	10.0	5	10	14.69	0.404	314.7
32	12.0	6	10	14.87	0.488	256.5

en el Cuadro 2. De los resultados estimados se deduce en primera instancia, que para el coeficiente de variación, el modelo ajustado es altamente significativo visto por la probabilidad de la F_c ($P \leq 0.00077$).

Se encontró que el área y el largo de las hileras tienen efecto altamente significativo en el aumento o disminución del coeficiente de variación; así se observa que áreas mayores a 7 m² provocan aumentos significativos en el coeficiente de variación. Al incrementar el largo y el número de hileras hasta una determinada cantidad se produce una disminución en el CV. En cuanto al modelo resultante para la desviación estandar los efectos estimados muestran que sólo existe efecto significativo del largo de hileras, no así del área ni del número de hileras; la tendencia de la desviación estandar es a disminuir cuando se incrementa el largo de las hileras.

Es importante anotar que el modelo estimado para el coeficiente de determinación no mostró efecto significativo de ninguno de los tres factores.

En el Cuadro 3 se presentan los modelos cuadráticos estimados, para cada uno de las variables en estudio.

Los resultados indican que el factor más importante para disminuir el coeficiente de variación experimental es el tamaño del área, donde su contribución lineal y cuadrática es altamente significativa ($P \leq 0.01$) como se aprecia en el Cuadro 3.

El segundo factor en importancia es el largo de la hilera; la contribución de éste factor es significativo ($P \leq 0.05$). En el Gráfico 1 se observa que los valores de largo de la hilera producen una disminución en el CV. El aporte del número de hileras no fue significativo en este experimento.

Las relaciones del área, largo y número de hileras y su efecto en la desviación estándar es también significativa para las dos primeras de acuerdo al Cuadro 3. Los modelos cuadráticos presentan un ajuste significativo dado los valores de F_c y su prueba de hipótesis. Los efectos lineales

Cuadro 2. Modelos de Regresión Múltiple Estudiados para Coeficiente de Variación Estandar y Coeficiente de Determinación en Función del Area, Largo y Número de Hileras de la Parcela.

Variable	B_0	B_1 (Area)	B_2 (Largo)	B_3 (N° hilera)	Parámetro del Modelo		
					R^2	F_c	Pr > F
Coeficiente de Variación	25353.0	1.524	-1.952	-1.702	0.448	7.60	0.0007
Prueba de Hipótesis / Bi		0.001	0.003	0.0003			
Desviación Estándar	1682.91	78.726	-269.29	91.513	0.654	17.60	0.001
Prueba de Hipótesis / Bi		0.140	0.001	0.0700			
Coeficiente de Determinación	0.49	-0.107	0.011	0.00003	0.190	1.14	0.3494
Prueba de Hipótesis / Bi		0.110	0.390	0.630			

(B1) y cuadráticos (B2) son también significativos, con tendencias a disminuir la desviación con los valores intermedios del área y del largo de la hilera más altos. En cuanto al número de hileras, los datos muestran que no tiene ningún efecto significativo sobre el valor de la desviación estándar.

Los modelos cuadráticos ajustados para hacer inferencias acerca de los efectos que pudieran tener los factores en estudio sobre el coeficiente de determinación no mostraron indicios de tener relación de significancia. Sin embargo, la tendencia es a disminuir cuando se utilizan valores intermedios del área, largo y número de

hileras. Haciendo uso de la Figura 1, donde se representa el modelo cuadrático del CV en función del área, los valores de 4.5 a 7.0 m² producen los valores adecuados del CV. En cuanto al largo de la hilera los más ventajosos son de 4 a 5 hileras.

La Figura 2 muestra el efecto de área y largo de la hilera sobre la desviación estándar. En ella se observa que el área muestra valores de 4.5 hasta 8.0 m² donde produce los valores más bajos de la desviación estándar.

De igual forma el largo de la hilera que produce los valores menores en la desviación se ubica entre los 4 m y 5.5 m.

Cuadro 3. Modelos Cuadráticos Estimados para cada una de las Variables en Estudio.

Variable	Factor	B ₀	B ₁ (Lineal)	B ₂ (Cuadrática)	R ²	F _c	Pr > F
CV	Area	19.774	1.769 (**)	0.1223 (**)	0.375	8.73	0.001
	Largo	25.403	5.235 (*)	0.585 (*)	0.130	2.17	0.130
	N° hilera	19.670	1.422	0.0839	0.273	5.46	0.0097
			0.060	0.14			
S	Area	1086.680	-214.669 (**)	12.385 (**)	0.449	11.82	0.002
	Largo	2838.450	-996.075 (**)	92.125 (**)	0.733	35.78	0.0001
	N° hilera	478.000	-202.172 (ns)	13.962 (ns)	0.107	1.74	0.193
R ²	Area	0.500	-0.0007 (ns)	-0.00016 (ns)	0.02	0.34	0.71
	Largo	0.689	-0.102 (ns)	0.012 (ns)	0.08	1.32	0.28
	N° hilera	0.461	0.0169 (ns)	-0.0017 (ns)	0.09	1.44	0.25

ns = No significativo estadísticamente

* = P < 0.05

** = P < 0.0001

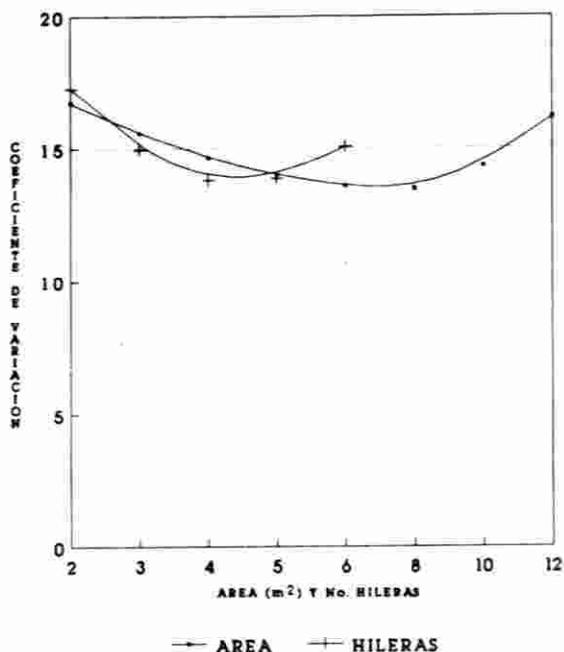


Figura 1. Efecto del Area y Largo de Hilera en el Coeficiente de Variación

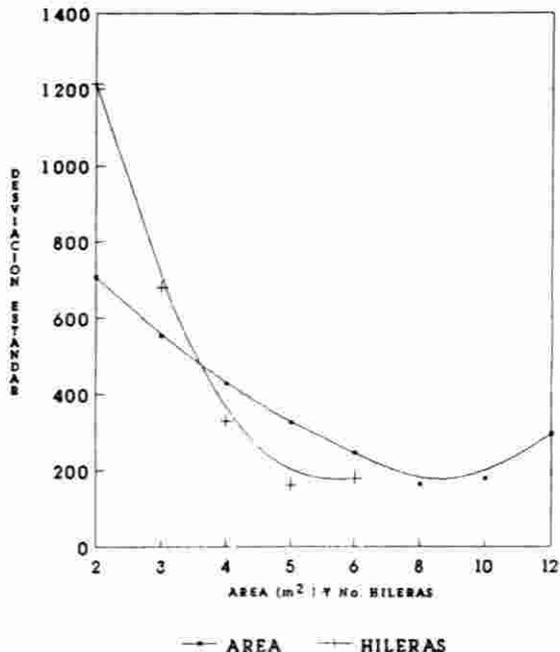


Figura 2. Efecto del Area y Largo de Hilera en la Desviación Estándar.

CONCLUSIONES

1. El área es el factor de mayor importancia en la disminución del coeficiente de variación de un experimento seguido del largo de la hilera, ubicándose estos valores en 4.5 m² a 6 m² para el área y de 4 hasta 5 m para el largo de la hilera. Los resultados no mostraron mayor importancia del número de hileras en el aumento o disminución del CV.
2. La desviación estándar (S) es afectada significativamente por el área y el largo de la hilera donde los valores óptimos para el área se ubican de 4.5 a 7 m² y el largo de la hilera en 4.0 m y 5.5 m. Nuevamente el número de hileras no muestra un efecto de importancia.
3. El valor del coeficiente de determinación (R²) no es afectado significativamente por los factores área, largo de la hilera y número de hileras en interestudio.
4. Los valores del área superiores a los 6 m² pueden no resultar económicos en parcelas de arroz, del mismo modo el largo de la hilera no debiera ser superior a los 5 metros.

BIBLIOGRAFIA

AMADOS, M.G.; CAMET, R. Tamaño óptimo de las muestras para evaluar rendimientos y sus parámetros en el cultivo del arroz. Cuba, Ministerio de Agricultura, 1979.

CORREA DA SILVA. Estudio de tamaño y forma de parcela para experimentos de soya. Sao Paulo, Brasil. 1984. (Tesis M.Sc. ESLAQ)

DE OLIVEIRA, R.P. Estudio comparativo de algunos metodos de estimasao do tamanho adecuado de parcelas experimentais. Brasil, Universidad de Brasilia, 1976. (Tesis Ms.C)

GUIMARAES, A.P.; GOMEZ, F.P. Determinación de tamaño óptimo de la parcela en ensayos agrícolas. Sao Paulo, Brasil, 1983. (Tesis M.Sc., ESLAQ).

MARTINEZ, G. M. Utilidad de los ensayos de uniformidad para determinar forma y tamaño de la parcela experimental. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, 1972.

MENDEZ, I.; CASAS E.; CRUZ G. Tamaño y forma de parcela en la especie *Phaseolus vulgaris*. México, INCA, 1968.

PEREZ, J.L.; RAMOS N.M. Determinación del área y de la forma de las parcelas experimentales, del número óptimo de réplicas para los experimentos en caña de azúcar. Instituto de Investigación de la Caña de Azúcar, 1977.