

COMUNICACION

Tamaño y forma de la parcela experimental de ajo (*Allium sativum* L.)

Peiretti D.A.; Biderbost E.B.; Carreras J.J. y Nazar M.C.

SUMMARY

The size and shape of the experimental plot for garlic (*Allium sativum* L.) was determined in comparative trials in relation to replication number and the degree of accuracy.

"Bulb weight" (gr) of the experimental clon "Alpa Suqula" obtained from meristem culture from "Rosado Paraguayo" population was used. From a uniformity trial, with 780 principal units, secundar plots (16 m²) were horizontally and vertically formed. Without taking cost into account, optimum plot size for garlic was established between 3 and 4 m², with variation coefficients of 17 and 14% respectively. The optimum shape is 4 furrows 2 m long each.

D.A. Peiretti, E.B. Biderbost, J.J. Carreras y M.C. Nazar, Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

En experimentos de Ajo (*Allium sativum* L.) en el área hortícola de la Provincia de Córdoba, se utilizan parcelas con dimensiones determinadas en cultivos similares. Son necesarias evidencias experimentales que permitan medir con precisión y confiabilidad las variables a evaluar.

Todos los suelos presentan mayor o menor grado de heterogeneidad, derivada de sus diferentes características físicas, químicas y biológicas, y de manejo (Escobar, 1982).

En los ensayos en blanco o de uniformidad, se mide la producción de parcelas unitarias y las diferencias entre ellas se atribuye a la heterogeneidad del suelo. Adicionando los rendimientos de parcelas contiguas se integran distintos arreglos en tamaño y forma (De La Loma, 1966), para ser aplicados a la estimación del coeficiente de heterogeneidad del suelo "b", por la relación de Smith, (1938). Este coeficiente presenta valores entre 0 y 1, desde homogeneidad a heterogeneidad (Marany, 1963 y Chacin Luso, 1977). Graficando los coeficientes de variación (CV) de las distintas combinaciones en función del número de parcelas unitarias, se determina el tamaño óptimo de parcela donde se produce la inflexión de la curva, en este pun-

to un aumento en el área no determina una disminución significativa en el coeficiente de variación (Briseño de la Hoz y Castillo Morales, 1977). Este procedimiento se ha empleado en la determinación del tamaño de parcela experimental de café y cebolla según Llanos Llanos y Mariotti (1972), y de poblaciones de maíz por Marquez Sanchez (1979). Palomo Gil, *et al.* (1977) relacionaron el tamaño de parcela con interacciones entre genotipos y localidades, en algodón. Perez Trujillo, (1983) trabajando con porotos evaluó los efectos que el tamaño y la forma de la parcela experimental, ejercen sobre el coeficiente de variación cuando se combinan diferentes tratamientos.

Respecto de la forma de la parcela Pablos, *et al.* (1979), citado por Urrutia, *et al.* (1980), han desarrollado un procedimiento que permite determinar el tamaño y la forma de la parcela útil como una extensión en tres dimensiones del método de máxima curvatura. Consiste en obtener una ecuación de regresión relacionando los coeficientes de variación con el largo y el ancho de las parcelas secundarias en sus coeficientes de variación. El punto máxima curvatura se obtiene igualando las derivadas parciales a (-1).

Finalmente, existe relación entre el número de re-

peticiones y el tamaño de parcela, ya que ambos influyen en el error experimental. Así una disminución en el tamaño de la parcela implicará un aumento en el número de repeticiones. Hatheway, (1961) propuso una fórmula en la que se conjugan la ley de las variancias de Smith, el número de repeticiones, el nivel de precisión y el tamaño de la parcela.

Este estudio tiene como objetivo determinar el tamaño y la forma de las parcelas experimentales de ajo en pruebas comparativas, en relación al número de repeticiones y grado de precisión deseado y se realizó en el ciclo de cultivo 1984/85, en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, U.N. Cba. (Argentina). Allí se llevan a cabo ensayos experimentales de ajo, donde se prueban nuevos genotipos y técnicas culturales.

El material utilizado fue el clon experimental "ALPA SUQUIA" obtenido por cultivo de meristemas, de la población de ajo c.v. "Rosado Paraguayo" difundida en la zona hortícola de la Provincia de Córdoba (Burga, J. L., 1987).

Se estableció un ensayo en blanco en una superficie de 1170 m², conteniendo 115.300 plantas por hectárea, distanciadas 0.65 m entre surcos y 0.15 m entre plantas. El lote fue dividido en 780 unidades primarias de dos surcos de 1 m de longitud, las cuales se cosecharon individualmente.

Con el peso de bulbos (en gramos) por parcela unitaria, se diseñaron arreglos en tamaño y forma de parcela secundaria, desde 1 hasta 6 m² en sentido vertical y horizontal. Se calcularon los coeficientes de variación (C.V.%), las variancias por unidad de área, el coeficiente de heterogeneidad del suelo "b" y el área de máxima curvatura, utilizando las fórmulas derivadas de la ley de las variancias de Smith:

$$V_x = \frac{V_{x_i}}{X^2}$$

$$b = \frac{\text{Log } V_{x_i} - \text{Log } V_x}{\text{Log } x}$$

en donde

- V_x = Variancias por unidad de área,
- V_{x_i} = Variancia entre parcelas unitarias,
- X = Parcelas unitarias,
- b = Coeficiente de heterogeneidad.

Se determinó la forma óptima de la parcela experimental, por el análisis de regresión múltiple, propuesto por Cruz, citado, por Chacin Lugo, (1977). El mismo consiste en obtener un sistema de ecuaciones que se satisface para X_1 = número de hileras y X_2 = número de columnas en las parcelas secundarias, mediante de-

rivadas parciales de una ecuación de superficie de respuesta cuadrática

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_1^2 + b_4 x_2^2 + b_5 x_1 x_2$$

en donde

- Y = Coeficiente de variación
- b_i = Coeficientes de regresión.

El punto de máxima curvatura, es aquel en el cual las derivadas parciales son iguales a (-1):

$$\begin{aligned} b_1 + 2 b_3 x_1 + b_5 x_2 &= -1 \\ b_2 + 2 b_5 x_1 + b_4 x_2 &= -1 \end{aligned}$$

La solución de este sistema brinda el tamaño y la forma óptima de parcela.

Finalmente, mediante el método de Hatheway (1961), se analizaron distintas situaciones respecto del nivel de precisión en función del número de repeticiones (variando de 2 a 6) y de los tamaños de parcelas próximos al punto de máxima curvatura, aplicando la relación siguiente:

$$x^b = 2(t_1 + t_2)^2 c^2 / r d^2$$

en donde:

- x = tamaño de parcela,
- b = coeficiente de heterogeneidad del suelo,
- t_1 = significación para la prueba (Tabla 1).
- t_2 = proporción mínima para pruebas de significación
- d = nivel de precisión, y
- r = número de repeticiones.

En la Tabla 1, se muestran las medias de peso de bulbo, sus variancias por unidad de área (V_x) y los coeficientes de variación (CV), obtenidos de las combinaciones de parcelas unitarias analizadas. El valor de CV más alto correspondió a la unidad experimental de 2 surcos de 1m de longitud. Si se consideran los coeficientes de variación en sus promedios por área de parcela secundaria, se observa que una muestra de 3 m² reduce el valor del CV en un 14,2% respecto de la parcela de 2 m², mientras que los tamaños de 4 y 5 m² disminuyen el porcentaje en 15,9 y 12,57%, respecto de las superficies inferiores.

La Figura 1 representa en escala logarítmica la variancia por unidad de área (V_x) en función del tamaño de parcela (x). El coeficiente de regresión lineal (b) es igual a -0,944 lo cual significa que el suelo es altamente heterogéneo y muestra una correlación lineal negativa entre parcelas contiguas, de acuerdo con Less-

Arreglos		Area (m ²)	Rendimiento De Bulbos (Gr)	Variancia por unidad de área	Coeficiente de Variación (%)
Hileras	Columnas				
1	1	1	1.095,69	75.494,94	25,07
2	1	2	2.171,23	42.506,91	18,85
1	2	2	2.193,83	39.384,83	17,98
3	1	3	3.284,37	33.867,35	16,76
1	3	3	3.284,39	22.900,21	13,80
4	1	4	4.333,99	22.738,54	13,91
1	4	4	4.399,03	19.066,32	12,54
2	2	4	4.371,83	22.990,01	13,87
1	5	5	5.467,12	16.606,26	11,76
5	1	5	5.451,84	16.536,82	11,76
3	2	6	6.556,18	17.363,53	12,04
2	3	6	6.536,68	12.055,12	9,97

Tabla 1. Estadísticas obtenidas para arreglos en tamaño y forma de parcelas, sobre la base de rendimientos en peso de bulbos de ajo (*Allium sativum* L.)

man, *et al.* (1963), Chacin Lugo, (1977) y Escobar, (1982). Aún teniendo en cuenta que los valores de (b) varían con los años, como ha sido demostrado por Urrutia, *et al.* (1980), este resultado permitió deducir que la región de máxima curvatura es aquella que corresponde a un CV de 16,84%, para un tamaño de parcela entre 3 y 4 m², como se indica en la Figura 2.

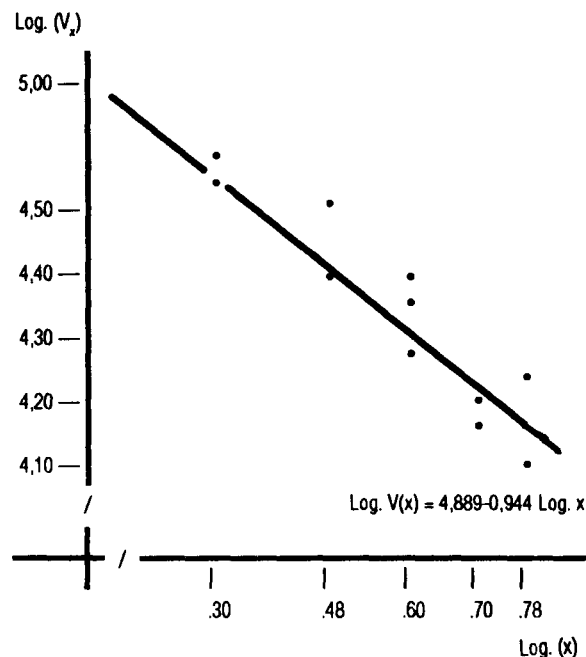
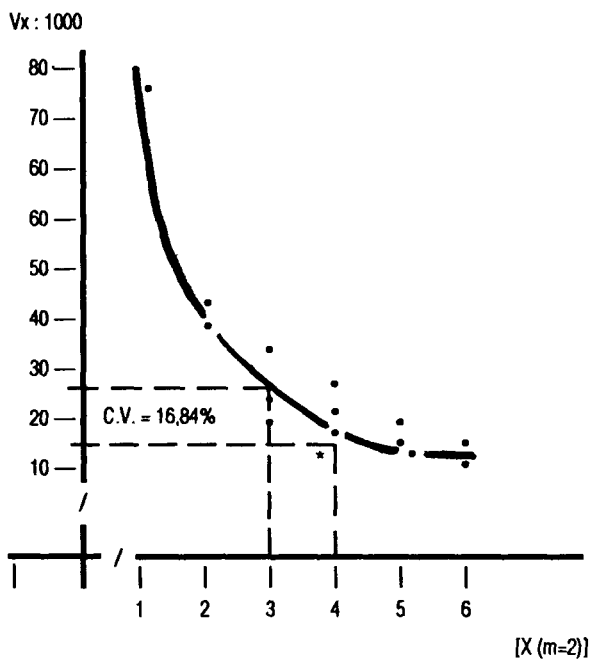


Fig. 1. Regresión del logaritmo de la variancia del rendimiento del peso de bulbos por área unitaria (Vx) en el logaritmo del tamaño de parcela (x)



(*) Región de máxima curvatura,

$$\frac{\partial Vx}{\partial x} = -1; x = 3,56$$

Fig. 2. Relación entre la variancia del rendimiento por área unitaria (Vx) y el tamaño de parcela (x, m²) en su escala original

En la Figura 3 se muestran los niveles de significancia que pueden lograrse para las combinaciones entre parcelas unitarias que proporcionan las superficies de 3 y 4 m² (3x1), haciendo variar las repeticiones de 2 a 6. Para parcelas de 2 surcos de 3m de longitud (3x1), se pueden detectar diferencias en porcentaje de la media del 22,81%, con 3 repeticiones. Las combinaciones restantes, que determinan áreas de 3 y 4 m², permiten encontrar diferencias próximas al 19%, en el 80% del ensayo.

El método de Hatheway (1961) da una aproximación a la forma óptima de parcela. Así si se comparan los niveles de precisión detectables para los números de repeticiones considerados en las parcelas de 4 m², se observa que unidades experimentales de 2 surcos de 4 m de longitud (4x1) y aquellas de 4 surcos de 2 m de longitud (2x2), son menos eficientes en manifestar diferencias entre tratamientos que una parcela de 8 surcos de 1 m de longitud (1x4).

Finalmente se muestran los valores de regresión múltiple establecidos como coeficientes de la ecuación cuadrática:

$$b_0 = 2526,49;$$

$$b_1 = 2183,67;$$

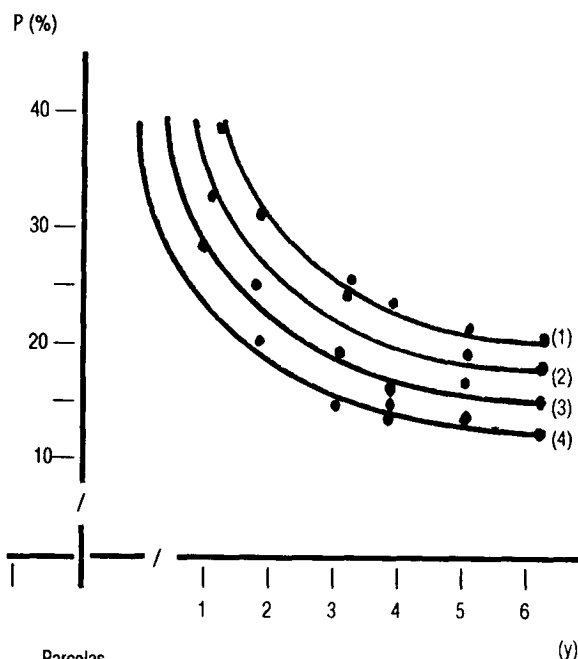
$$\begin{aligned} b_2 &= -187,75; \\ b_3 &= -271,49; \\ b_4 &= 159,80; \\ b_5 &= -237,39. \end{aligned}$$

Estos valores permiten estimar un tamaño óptimo de parcela:

$$X_1 = 2,64 \text{ y } X_2 = 2,56 \quad \text{unidades primarias}$$

Ello implica que la representación tridimensional del método de Smith, para los datos que se analizaron, tiene su punto de máxima curvatura en la parcela de 4 surcos de 2 m de longitud (2x2).

Para ensayos de evaluación de rendimiento en ajo, se sugiere que:



Parcelas

- (1) 2 surcos de 6 m,
- (2) 6 surcos de 1 m;
- (3) 4 surcos de 2 m y
2 surcos de 4 m, y
- (4) surcos de 2 m.

Fig 3. Nivel de precisión esperado (P), en función del número de repeticiones (x), para algunos tamaños y formas de parcela.

1. El tamaño óptimo de las parcelas es de 3 a 4 m², con las cuales se obtendrán CV de 16,76 y 13,91% respectivamente.

2. La forma óptima de la parcela es de 4 surcos de 2 m de longitud o eventualmente de 2 surcos de 4 metros de longitud.

3. Para los tamaños y formas de parcelas recomendados, es posible detectar diferencias entre tratamientos entre un 15 y 16% respecto del valor medio, cuando se utilizan ensayos con 4 repeticiones.

BIBLIOGRAFIA

- Burba, J. L., 1987. Comunicación personal.
- Briseño de la Hoz, V. M. y A. Castillo Morales, 1977. Determinación del tamaño óptimo de parcela útil experimental en maíz forrajero de riego. *Agricultura Técnica de México*, 4(1): 17-22
- Chacin Lugo, F., 1977. Tamaño de parcela experimental y su forma. *Revista de la Facultad de Agronomía. Maracay - (Venezuela)*, 9(3): 55-74.
- De la Loma, J. L., 1966. *Experimentación Agrícola*. 2da. edición Uteha (México) Pp. 495.
- Escobar, J. A., 1982. la heterogeneidad del suelo y los ensayos de uniformidad. *Unidad Audiovisual. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. Cali, Colombia Pp 24
- Hatheway, W. H., 1961. Convenient plot size. *Agronomy Journal*, 53 (4): 279-280.
- Lessman, K. J. y R.E. Akins, 1963. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain Sorghum yield test. *Crop Science*, 3:477-481.
- Llanos Llanos, R. y J. A. Mariotti, 1972. Estimación del tamaño óptimo de parcela para ensayos de rendimientos en caña de azúcar. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino (RANA)*, 9(1): 165-191
- Marany, A., 1963. Estimation of optimum plot size using Smith's procedure. *Agronomy Journal*, 55:503-506.
- Marquez Sanchez, F., 1979. Tamaño de muestra para representar poblaciones de maíz. *Agrociencia, serie B (México)*, 8: 163-177
- Falomo Gil, A., S. Godoy Avila, y R. Prado Martinez, 1983. Determinación del tamaño óptimo de la parcela experimental en algodónero. *Agricultura Técnica de México*, 4(1): 101-150.
- Perez Trujillo, H., 1983. Determinación del tamaño y la forma de la parcela útil de frijol, *Phaseolus vulgaris L.* de temporal. *Agricultura Técnica de México*, 9(2): 141-150
- Smith, H. F., 1938. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. *Journal of Agricultural Science*, 28: 1-23.
- Urrutia, V. M. M., S. Becerra Rodriguez y J. L. Macias Gonzalez, 1980. Determinación del tamaño y la forma de parcela para experimentos con limón mexicano, *Citrus aurantifolia Swingle*. *Agricultura Técnica de México*, 6(2): 93-105.