

## TAMAÑO Y FORMA DE PARCELA EN LA ESPECIE "Phaseolus vulgaris L."\*

2783

I. Méndez  
E. Casas  
G. Cruz\*\*

### INTRODUCCION

Uno de los primeros problemas que encuentra el investigador agrícola al comparar variedades, líneas u otros tratamientos, es la elección adecuada del tamaño y forma de la parcela experimental o unidad experimental de modo que la variabilidad sea mantenida a un mínimo pudiendo así detectar como significativas las diferencias que realmente existen entre los tratamientos.

Lo ideal sería, que para cada campo experimental y para cada cultivo, según los distintos tipos de experimento, se contara con información acerca de los tamaños y forma de unidades experimentales.

El objetivo del presente trabajo es obtener la estimación de la heterogeneidad del suelo sobre las condiciones ambientales específicas del Centro de Investigaciones Básicas del INIA en Chapingo, México y usar estos valores para determinar el tamaño y forma óptimo para el cultivo del Frijol. Al mismo tiempo para exponer algunas ideas acerca de la metodología estadística a seguir en este tipo de investigación.

### REVISION DE LITERATURA

Se detallan a continuación algunas de las investigaciones sobre técnica de parcela en frijol.

Pown y Thayer (1942) estudiaron los efectos de "borde" en el Frijol Navy y encontraron que el efecto del borde no se extendió más allá de una hilera.

Smith (1958) en experimentos de 2 años, con frijoles "Red Kidney" y "Pink Bean" obtuvo reducción en las diferencias mínimas significativas (MS) al aumentar el tamaño de parcela. No encontró diferencia entre parcelas angostas y anchas a igualdad de área. Hubo una mayor reducción en las DMS aumentando simultáneamente el tamaño de parcela o sólo el número de repeticiones en un área experimental dada.

Ioessel (1963) encontró en "Pea Beans" que las parcelas de 10 pies de largo y una hilera de ancho era la más adecuada para reducir el error experimental.

Gartner y Nicholls (1960) en Palmira Colombia, usando las variedades Algarrobo, Panameño, Sangre Toro, Urive Redondo y Estrada Rosado. Concluyeron que las parcelas de 2 surcos y 4 metros con 4 repeticiones fueron las óptimas en eficiencia estadística y económicamente.

Seif et al, citados por Holle (1960), usando frijol Lima y la ley de varianza de Smith incluyendo costos, encontraron como los tamaños de parcela más eficientes de 34 a 254 pies cuadrados.

Holle (1960) usando frijol Lima variedad Henderson Bush, encontró que para rendimiento total, número de vainas y número de cortes las parcelas óptimas fueron el 15.0, 25.2 y 21.4 pies cuadrados.

\* Trabajo realizado como parte del programa del Depto. de Frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).  
\*\* Profesores Investigadores del Centro de Estadística y Cálculo de Chapingo, México.

Profesionales del Centro de Estadística y Cálculo de Chapingo realizaron una encuesta en los centros de investigación Agrícola de México y encontraron que la determinación del tamaño y forma de la unidad experimental en frijol y otros cultivos, parece estar basada en consideraciones de tipo práctico y no en consideraciones estadísticas. También encontraron que la parcela experimental en frijol oscila de 11 a 149 metros cuadrados con un largo de 6 a 40 metros y 3, 4 o 6 surcos para cosecharse los 1, 2 o 4 surcos centrales, respectivamente, la superficie cosechada es del 36 por ciento de la parcela total y los coeficientes de variación oscilan de 7.6 a 16.4 por ciento con una media de 12.9 por ciento. Se observó una gran heterogeneidad en los tamaños para un mismo tipo de experimento, diseño y campo experimental.

**MATERIALES**

El estudio reportado se llevó a cabo en 1968. Se sembró un ensayo en blanco para cada una de las variedades Bayomex, Bayo 107 y Negro 50; siendo variedades de mata, semiguía y guía respectivamente.

El área para cada variedad fue de 1,625 metros cuadrados con un total de 50 surcos de 50 metros de longitud y una separación entre surcos de 0.61m, la variedad de semilla por hectárea, clase y aplicaciones de herbicidad y demás labores de cultivos se llevaron a cabo uniformemente en forma comercial.

Durante la época de cosecha se tomó la parte más homogénea en cuanto a población de plantas y se dividió en parcelas unitarias de un surco (0.67m de ancho) por un metro de longitud; considerando 36 parcelas por surco y tomando 36 surcos, haciendo un total de 1,276 parcelas unitarias.

**METODOS ESTADISTICOS**

Se usaron 2 técnicas estadísticas para determinar el tamaño óptimo de parcela y una para determinar tamaño y forma de la parcela.

**Método de Curvatura Máxima**

Es el método desarrollado por Smith (1938) que se basa en la siguiente ecuación empírica:

$$\sigma_X^2 = \frac{\sigma_1^2}{X^b} \dots (1)$$

Donde X es el número de parcelas unitarias que forman una parcela experimental  $\sigma_X^2$  es la varianza de las parcelas formadas por X parcelas unitarias.  $\sigma_1^2$  es la varianza de parcelas unitarias. b es el llamado coeficiente de heterogeneidad de Smith.

El coeficiente b se estima tomando logaritmos en (1) y ajustando una regresión lineal ponderada por los grados de libertad con que se estima cada valor de  $\sigma_X^2$  (Hatheway y Williams, 1958).

El método de curvatura máxima consiste en obtener la gráfica de la ecuación (1) y de una manera subjetiva determinar el punto de la curvatura máxima de la gráfica, o sea el punto donde un aumento en X no produce un descenso marcado en el valor de  $\sigma_X^2$ . Usualmente se manejan coeficientes de variación C.V. en lugar de las varianzas estimadas. Este método es muy afectado por la escala usada al graficar. Se usó en este trabajo con el objeto de conocer b para usarse en otros métodos, y para comparar sus resultados con los otros métodos.

Método de Hatheway Hatheway (1961) basada en una fórmula de Cochran y Cox (1957) encontró la siguiente fórmula:

$$X^b = 2(t_1 + t_2)^2 C^2 r d^2 \dots (2)$$

- donde X tamaño de la parcela expresado como un múltiplo de la parcela unitaria.
- b coeficiente de variación de las parcelas unitarias.
- t<sub>1</sub> valor de t en la prueba usual de significancia
- t<sub>2</sub> valor de t correspondiente a cierta probabilidad de cometer error tipo II. Esto es, equivale a un valor de t tal que P (p > t<sub>2</sub>) : B.
- Y número de repeticiones.
- d diferencia verdadera por detectarse entre dos tratamientos, expresada en porcentaje de la media.
- b coeficiente de heterogeneidad de Smtih.
- C coeficiente de variación de las parcelas unitarias.

Usando la formula (2) es posible construir gráficas que indican los tamaños de parcela que para cierto número de repeticiones, y tratamientos, pueden detectar diferencias adecuadas.

Los valores t<sub>1</sub> y t<sub>2</sub> dependen de los grados de libertad del error en el análisis de varianza del diseño, en este trabajo se consideró diseño de bloques al azar y se hicieron variar el número de tratamientos y repeticiones.

**Método de Regresión Múltiple**

Este método no aparece reportado en la literatura y fue generado con el objeto de proporcionar información sobre la forma y el tamaño de la unidad experimental y no únicamente sobre el tamaño como es el caso de los métodos anteriores y la mayoría de los métodos reportados en la literatura.

El método consiste en una extensión a tres dimensiones del método de curvatura máxima. El método elimina la

subjetividad y efecto de escala, al seleccionar el punto de máxima curvatura, mediante el uso de derivadas parciales.

Este método consiste básicamente en el ajuste del siguiente modelo de superficie de respuesta.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1^2 + \beta_4 X_2^2 + \beta_5 X_1 X_2 + \beta \quad (3)$$

Donde  $X_1$  número de hileras en la parcela experimental

$X_2$  número de columnas o surcos en la parcela

$Y$  Coeficiente de variación para las parcelas experimentales formadas por rectángulos de parcelas unitarias con  $X_1$  hileras de parcelas unitarias y  $X_2$  columnas de parcelas unitarias.

Obteniendo las derivadas parciales de la ecuación (3) se tiene:

$$\frac{\partial Y}{\partial X_1} = \beta_1 + 2\beta_3 X_1 + \beta_5 X_2$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X_2} = \beta_2 + \beta_5 X_1 + 2\beta_4 X_2$$

Considerando como punto de curvatura máxima el punto donde las derivadas parciales son iguales a menos uno, se tiene el siguiente sistema de ecuaciones.

$$2\beta_3 X_1 + \beta_5 X_2 = -\beta_1 - 1$$

$$\beta_5 X_1 + 2\beta_4 X_2 = -\beta_2 - 1$$

La solución del sistema de ecuaciones (4) da el tamaño y forma de parcela en el punto de curvatura tal que a una unidad de incremento en el largo o el ancho de la parcela, corresponde un descenso de una unidad, proporcional, en el coeficiente de variación de la parcela. A partir de dicho punto, los descensos en C.V. son inferiores en proporción y en consecuencia considerados pequeños y no conveniente.

## RESULTADOS

### Método de Curvatura Máxima

Al aplicar el método de curvatura máxima, se obtuvo, para las tres variedades, como tamaño óptimo una parcela de 3.5 unidades o sea de 2.15 metros cuadrados: los coeficientes de heterogeneidad de Smith obtenidos fueron:

Var. Bayomex B : 0.5709

Var. Bayo 107 B : 0.6684

Var. Negro 150 B : 0.3344

### Método de Hatheway

Los resultados de este método se presentan en las gráficas del apéndice.

### Método de Regresión Múltiple

Ajustando el modelo (3) a los tres ensayos en blanco se obtuvieron las siguientes superficies de respuesta estimadas:

BAYOMEX:

$$Y: 15.43 - 1.79x_1 - 1.22x_2 + 0.11x_1^2 + 0.05x_2^2 + 0.05x_1x_2$$

BAYO 107:

$$Y: 14.87 - 1.62x_1 - 1.75x_2 + 0.09x_1^2 + 0.10x_2^2 + 0.06x_1x_2$$

NEGRO 150:

$$Y: 22.77 - 1.5x_1 - 1.86x_2 + 0.08x_1^2 + 0.11x_2^2 + 0.05x_1x_2$$

Los coeficientes de determinación (R) en el ajuste de los modelos anteriores fueron 0.915, 0.909 respectivamente.

Esto indica que alrededor del 91 por ciento de la variabilidad en los coeficientes de variación es explicada por el modelo.

La solución de las correspondientes ecuaciones (4) arrojó los resultados que se presentan en el cuadro 1.

## DISCUSION

### Método de Curvatura Máxima

Este método indicó el mismo valor 3.5 unidades, como tamaño óptimo para las 3 variedades. Esto, sin embargo, no refleja los cambios en la variabilidad de una variedad a otra; ya que 3.5 unidades corresponden a coeficientes de variación de 9.8 y 16.5 para las variedades Bayomex, Bayo 107 y Negro 150. Lo anterior además indica de las fallas del método. Tiene la desventaja de no captar los cambios de variabilidad de una variedad a otra. Esto se debe a que la curvatura de la ecuación (1), puede estar en el mismo punto para dos ecuaciones aunque una de ellas produzca consistentemente, valores del C. V. más altos que la otra. Esto se confirma, ya que los valores de los coeficientes de variación tuvieron los siguientes rangos: 4.52 a 14.99 para Bayomex; 3.7 a 13.92 para Bayo 107 y 11.35 a 21.50 para Negro 150.

La mayor variabilidad de las parcelas en la variedad Negro 150, se considera que no se debió a mayor heterogeneidad del suelo, puesto que los lotes estaban adyacentes.

Esta mayor variabilidad se debió a el hábito de crecimiento de la planta, ya que es de guía completa y rastrera, lo que dificultaba la cosecha, ya que las guías de un surco a otro se mezclaban recibiendo algunas parcelas unitarias más material a expensas de las vecinas. En general hubo caída de grano al momento de arrancar las vainas de la planta.

Cuadro 1. Tamaños y formas de parcela usando el método de regresión múltiple.

Variedad	No. de Surcos ( $X_1$ )	Segmentos de surcos ( $X_2$ )	No. de Parcela Unitarias	Area Total $m^2$
Bayomex	3.76	0.243	0.90	0.143
Bayo 107	2.45	3.03	7.41	4.52
Negro 140	2.09	3.31	6.92	4.22

#### Método de máxima curvatura del modelo de regresión lineal múltiple

Es notorio que los valores obtenidos como área útil oscilan de 0.54 a 4.22 metros cuadrados con un tamaño de 0.90 a 6.92 unidades. Estos resultados se aproximan al área mínima útil que se utiliza en los campos experimentales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas; sobre todo en el Centro de Investigaciones Básicas del Horno, en Chapingo, México, ya que éste utiliza un área útil de 3.04 metros cuadrados.

En la variedad Bayomex se ve clara una tendencia de fertilidad por lo que resulta una parcela óptima alargada en sentido perpendicular a los surcos. Sin embargo, en las variedades Bayo 107 y Negro 150 nos resultan parcelas alargadas en el sentido de la longitud de los surcos.

El tamaño más chico de parcela resulta ser para una variedad de mata que pueda cosecharse con mayor precisión en cada una de las plantas de la parcela, dando una menor pérdida de granos en la cosecha y variación adicional.

Por este método los resultados nos indican que el tamaño y forma obtenidos no parecen ser afectados por la variabilidad. Tomando en cuenta que la variedad Negro 150 tiene un rango de coeficientes de variación de 11.35 a 21.50, en contraste con el Bayo 107 que tiene un coeficiente de variación entre 3.79 y 13.92. Esta reducción en el coeficiente de variación no produce una diferencia importante en el tamaño de las parcelas que es de 6.92 y 7.42 respectivamente. No así la variedad Bayomex que teniendo un coeficiente de variación similar a los de Bayo 107, tiene un descenso en el tamaño de la parcela de 7.42 a 0.90 unidades.

Estos resultados se explican por el hecho de que la superficie de respuesta puede tener la misma forma aunque desplazada hacia arriba o hacia abajo del eje correspondiente a los coeficientes de variación. Los coeficientes de variación son muy afectados por el coeficiente  $\beta_0$  que representa la ordenada al origen del modelo de superficie de respuesta. Sin embargo, en el proceso de obtención de la máxima curvatura del modelo no intervienen el valor del coeficiente  $\beta_0$ .

Los resultados indican que las formas de la superficie para Negro 150 esté desplazada alrededor de dos veces hacia arriba en relación a la Bayo 107. O sea, los coeficientes de  $\beta_a$ ,  $\beta_s$  son similares para ambas variedades. Sin embargo, el coeficiente  $\beta_0$  para la variedad Negro 150 es aproximadamente el doble que para Bayo 107.

La variedad Bayomex tiene un coeficiente  $\beta_0$  similar al de la variedad Bayo 107; sin embargo, en el resto de los coeficientes se presentan algunas discrepancias en sus valores, esto arroja un tamaño de parcela para Bayomex menor que el de Bayo 107 a pesar de que ambas variedades tienen coeficientes de variación similares.

El tamaño obtenido por el método de la curvatura máxima, que es de 2.13 metros cuadrados, cae dentro de los valores proporcionados por este método de regresión lineal múltiple.

#### Método de Hatheway

Observando la serie de gráficas AB para los diferentes números de tratamientos, se ve que cuando se estudian pocas repeticiones no hay una influencia marcada del número de tratamientos. Esta influencia es en el sentido de que al aumentar el número de tratamientos aumenta la capacidad de detección de los diferentes tamaños de parcelas.

En general se observa que cuando se tienen 5 o más repeticiones, el número de tratamientos en el experimento no influye en la capacidad de detección. Se observa que en experimentos donde se tenga alrededor de 25 tratamientos con 3 o 4 repeticiones, se tiene buena capacidad de detección, sin embargo, si el número de tratamientos es reducido alrededor de 5 a 10 deberá aumentarse el número de repeticiones de 5 a 6 para obtener una capacidad de detección más o menos equivalente a la del experimento con alrededor de 25 tratamientos y 4 repeticiones.

Una posible explicación del hecho anterior es que a disminuir tanto el número de tratamientos como el número de repeticiones hay una reducción considerable en los grados de libertad del error.

Si se tiene muchos tratamientos aun con pocas repeticiones, los grados de libertad del error no se reducen demasiado.

#### Comparación entre variedades

El comportamiento de los tamaños de parcelas cuando se usa el método de Hatheway es similar para las variedades Bayomex y Bayo 107, casi con seguridad, debido a la similitud en el rango de variación de los coeficientes de variación obtenidos. Esto se puede ver también al observar los coeficientes de heterogeneidad obtenidos por el método de curvatura máxima. Sin embargo, la variedad Negro 150 produjo tamaños de parcelas que poseen baja capacidad de detección comparadas con las de las otras dos variedades; inclusive para 3 y 4 repeticiones la capacidad es, para

cualquier tamaño de parcela, mayor que 25 por ciento, e inclusive con 6 repeticiones los tamaños de parcela son la máxima capacidad de detección obtenida es alrededor de 18 por ciento y son tamaños de parcelas sumamente grandes.

## CONCLUSIONES

Del presente trabajo se obtiene fundamentalmente las siguientes conclusiones: 1) Los métodos de máxima curvatura y ajuste a una regresión múltiple tomando derivadas e igualando a menos uno para obtener la forma de parcela que da la máxima curvatura, resultaron poco influenciados por la variabilidad en los datos. Esto es una característica muy poco deseable de los métodos, ya que condiciona a recomendaciones sobre tamaños y formas similares para conjunto de datos con variabilidades muy diferentes, son un buen ejemplo de lo anterior las variedades Bayo 107 y Negro 150 estudiadas; en las cuales la forma de la superficie de respuesta para los coeficientes de variación en función del largo y ancho de la parcela fue similar, pero en algunos casos toda la superficie de respuesta se elevó hacia arriba cuando aumentó la variabilidad.

### Recomendación

En futuros estudios para determinar el tamaño de parcela óptima se recomienda darle más importancia a métodos como el de Hatheway que utiliza la capacidad de detección de cada tamaño de parcela o la utilización de otros métodos que se basen en la forma de la superficie de respuesta para los coeficientes de variación, tomando en cuenta el valor de la ordenada al origen.

2) Cuando el método de máxima curvatura o de regresión múltiple producen tamaños de parcelas similares y hay cambios fuertes en la variabilidad de un caso a otro; el uso del método de Hatheway con esos tamaños de parcelas produce diferencias fuertes en la capacidad de detección a pesar de que el tamaño de parcela sea muy similar.

3) En todos los casos se observa que el número de repeticiones es un factor que determina una mayor capacidad de detección para todos los tamaños de parcelas cuando se utilizan pocos tratamientos. Cuando se utilizan muchos tratamientos la capacidad de detección no se vio afectada por un aumento en el número de repeticiones.

### Recomendación

Si en un experimento determinado se tienen pocos tratamientos (alrededor de 5 tratamientos) se recomienda aumentar el número de repeticiones (alrededor de 6) para obtener una capacidad de detección aceptable. Si en un experimento se tienen muchos tratamientos (alrededor de 20 o 25) se puede disimular el número de repeticiones (alrededor de 2 o 3) sin riesgo de bajar la capacidad de detección del experimento.

### Recomendación

Se observa que las variedades de guía presentan mucho mayor variabilidad que las variedades de mata y semiguía. Para las variedades de guía se recomiendan tamaños de parcelas muy grandes para obtener una capacidad de detección aceptable.

Otra solución a este problema es utilizar parcelas que estén perfectamente bien delimitadas, probablemente dejando un surco sin sembrar entre una parcela y otra para evitar confuciones en la cosecha ocasionadas por el hábito de crecimiento de la planta. Probablemente en este caso se tendrá el mismo tipo de recomendaciones que para las variedades de mata y semiguía en lo que respecta al tamaño de la parcela.

4) En este experimento para las variedades de mata y semiguía los tamaños de parcelas usando 4 repeticiones y que dan una capacidad de detección de 10, 15 y 20 por ciento son 23,5 7 y 3 unidades respectivamente. Los datos de 7 y 3 unidades corresponden a lo obtenido con los métodos de Máxima curvatura y de regresión múltiple.

En este experimento para la variedad de guía Negro 150 los tamaños de parcela usando 4 repeticiones y que dan una capacidad de detección de 20 por ciento son de 17 y 18 unidades básicas usando 15 a 25 tratamientos. Para capacidades de detección menores de 20 por ciento y número de tratamientos menores de 10 no se encontraron tamaños de parcelas adecuadas.

## LITERATURA CITADA

1. DOWN, E.E. and J.W. THAYER, 1942. Plot Techniques studies with navy beans. Jour. Amer. Soc. Agron. 34: 919 - 923.
2. GARTNER - NICHOLS, A. y CARDONA-ALVAREZ, C. 1960. Tamaño de parcela y número de repeticiones para experimentos en frijol. Agricultura Tropical (Colombia) 16 (9): 572 - 574.
3. HATHEWAY, W. H. and E. I. WILLIAMS. 1958. Efficient estimations of the relationship between plot size and the variability of crop yield. Biometrics, 14: 207 - 22.
4. HATHEWAY, W. H. 1961. Convenient Plot Size. Agron. Jour 53: 279 - 280.
5. HOLLE, M. y PEIRSE, J. C. 1960. Plot Technique for field evaluation of earliness, pod number, and total yield in the lima beans. Proc. of Amer. Soc. for Hort. Sci. 76: 403 - 408.
6. IOESSEL, C. M. 1936. Size of plot and number or replications necessary for varietal trials with pea beans. Jour. Amer. Soc. Agron. 28: 534 - 547.
7. SMITH, H. F. 1938. An empirical law describing heterogeneity in yields of agricultural crops. J. Agr. Sci. 28: 1 - 23
8. SMITH, FRANCIS, I., 1958. Effects of plot size, plot shape, and number of replications on the efficiency of bean yield trials. Hilgardia 28: 43 - 63.

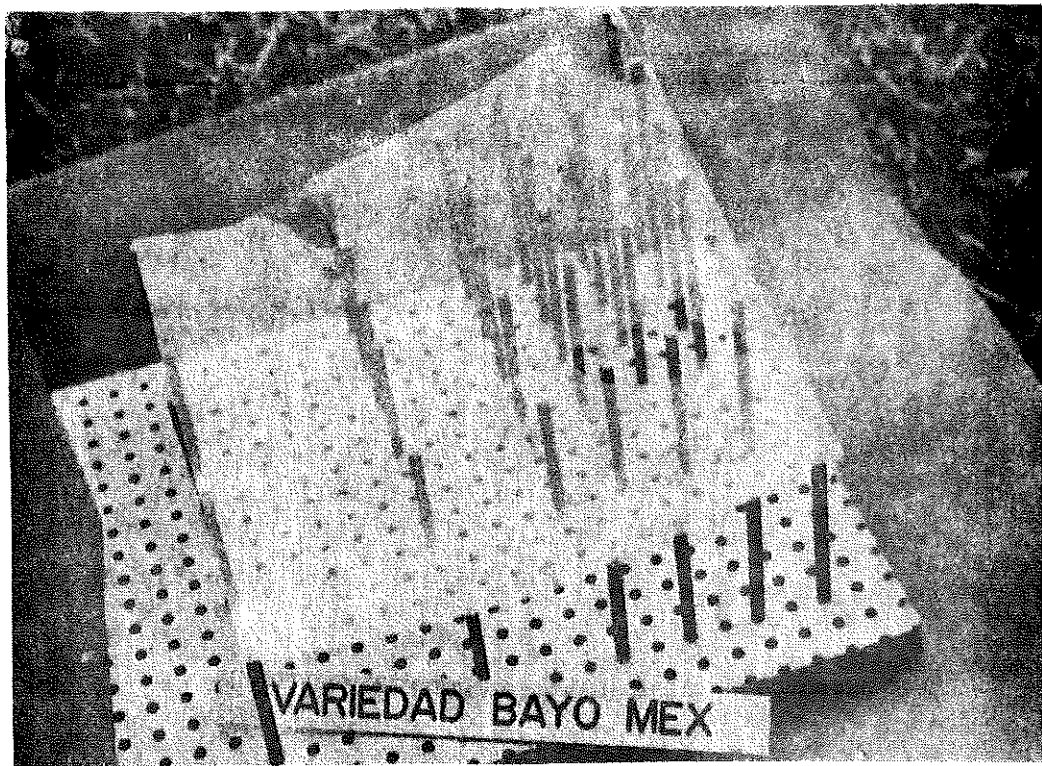


Figura 1. Superficie de respuesta para los C. Vs. en función del largo y ancho de la parcela experimental para la Variedad Bayomex.

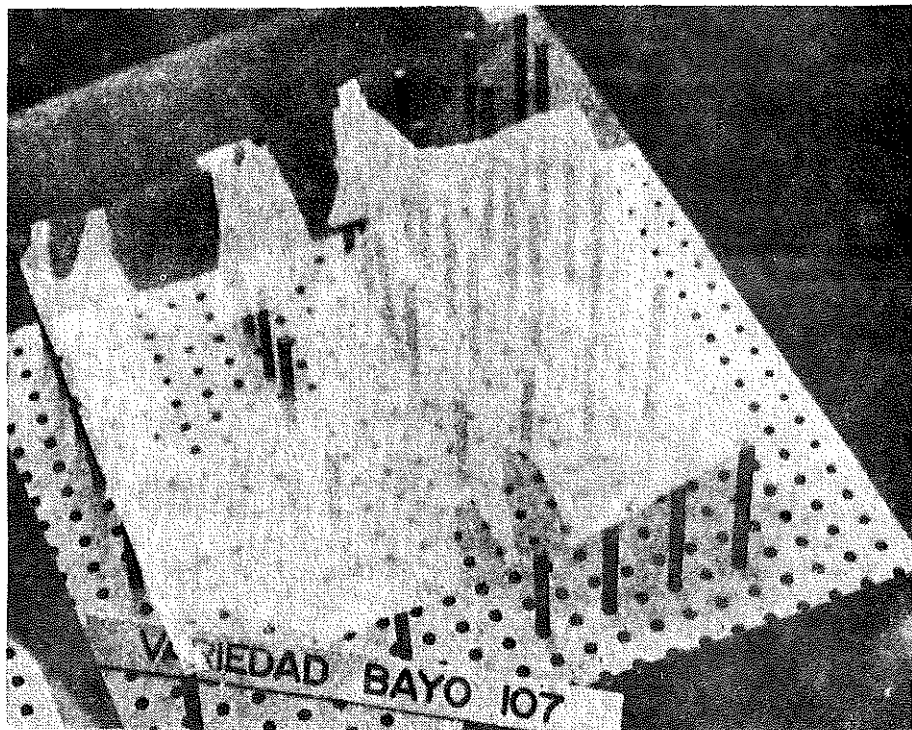


Figura 2. Superficie de respuesta para los C. Vs. en función del largo y ancho de la parcela experimental para la variedad Bayo 107.

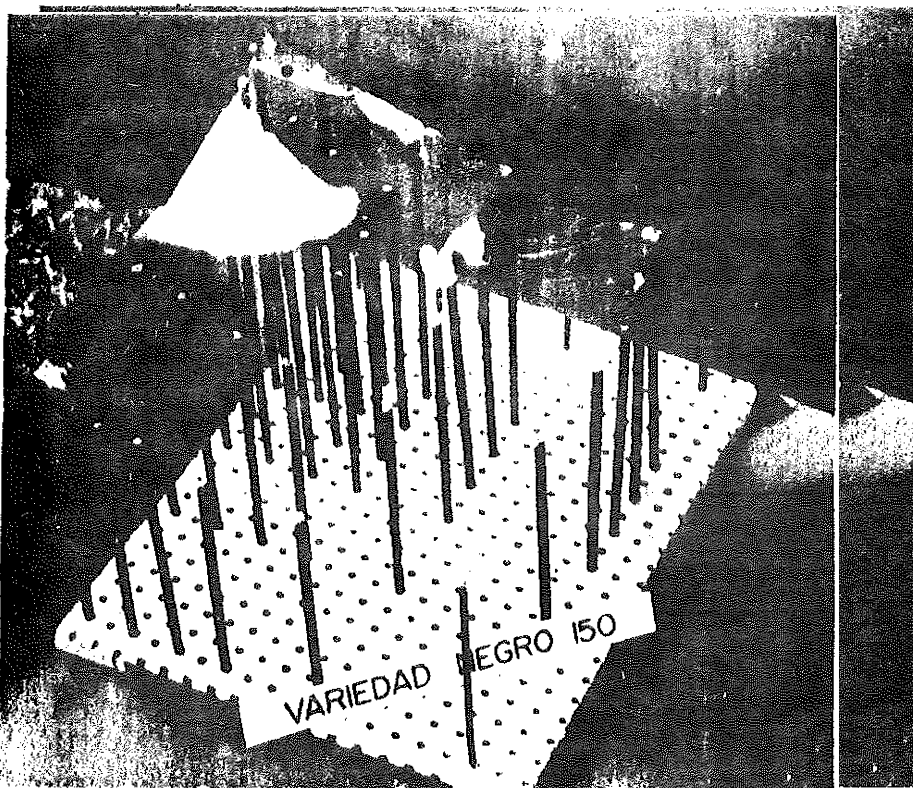


Figura 3. Superficie de respuesta para los C. Vz. en función del largo y ancho de la parcela experimental para la variedad Negro 150.

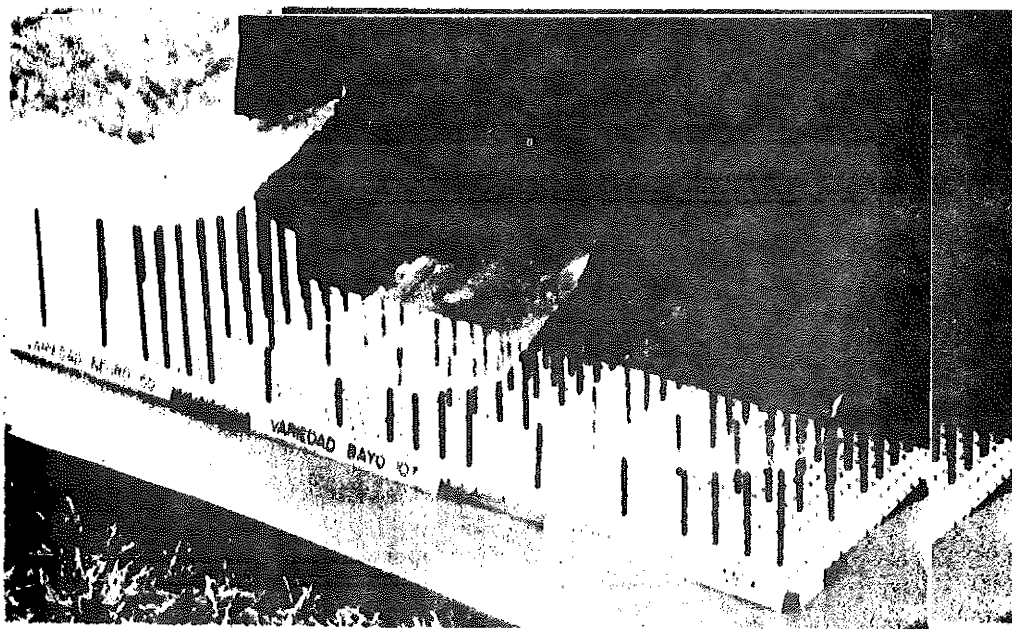
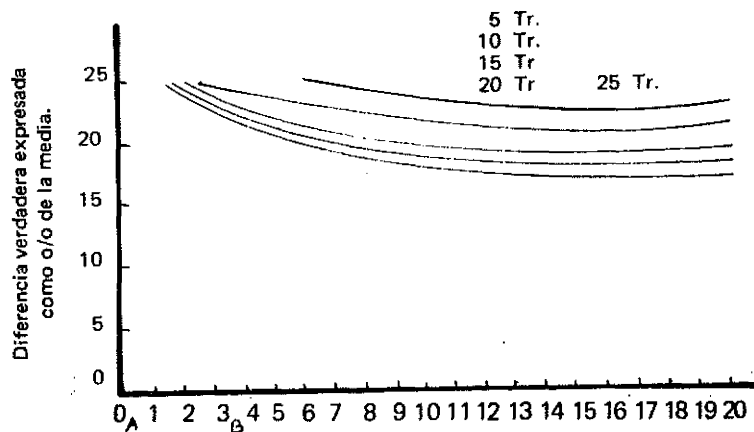


Figura 4. Comparación de las superficies de respuesta en los coeficientes de variación para las tres variedades.

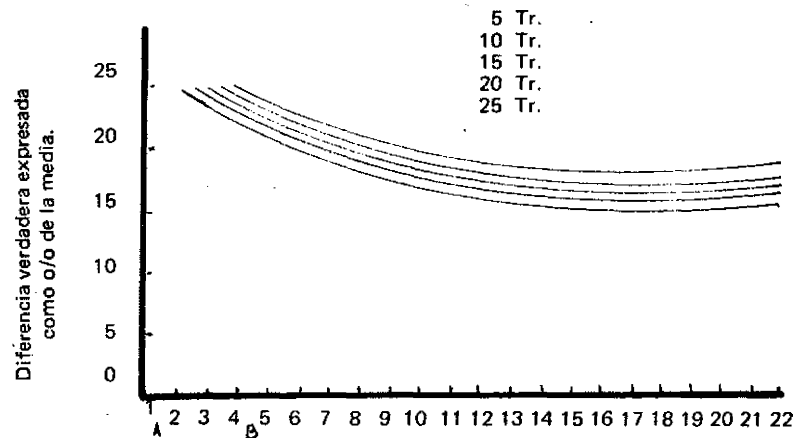


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayomex considerando un diseño de bloques al azar con dos repeticiones.

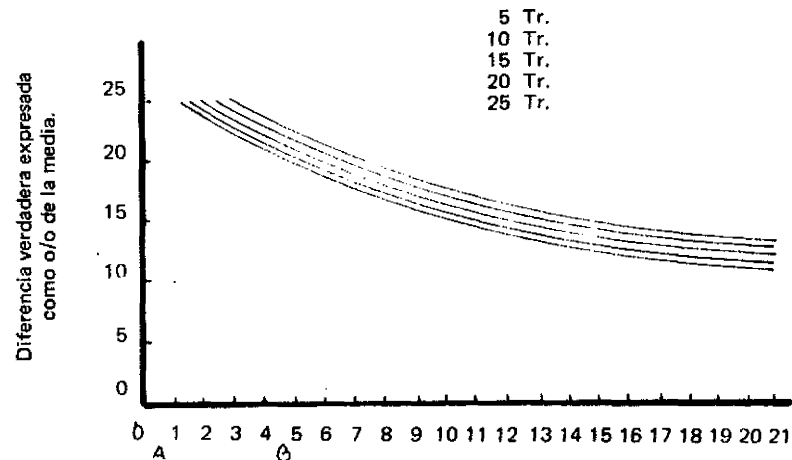


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB.

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la Variedad Bayomex considerando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones.



Tamaño de la Parcela

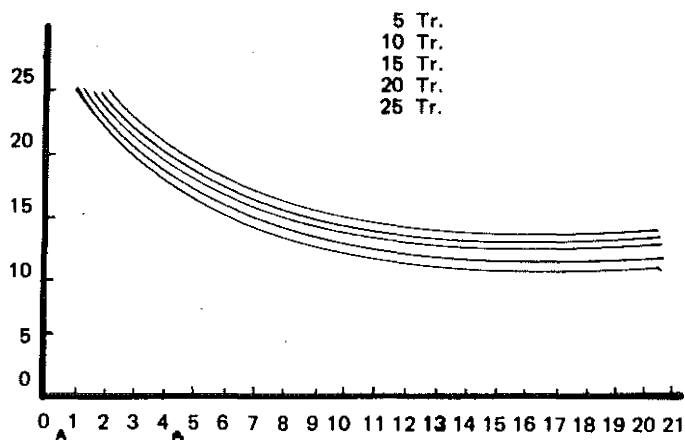
- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB.

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayomex considerando un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.



Diferencia verdadera expresada como o/o de la media.



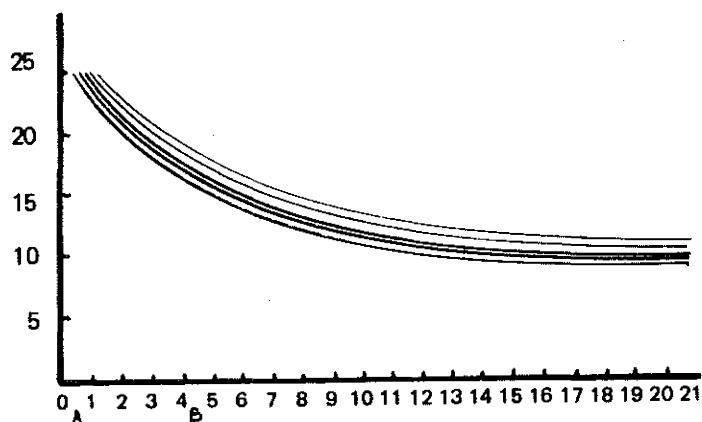
Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayomex considerando un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones.

Diferencia verdadera expresada como o/o de la media.



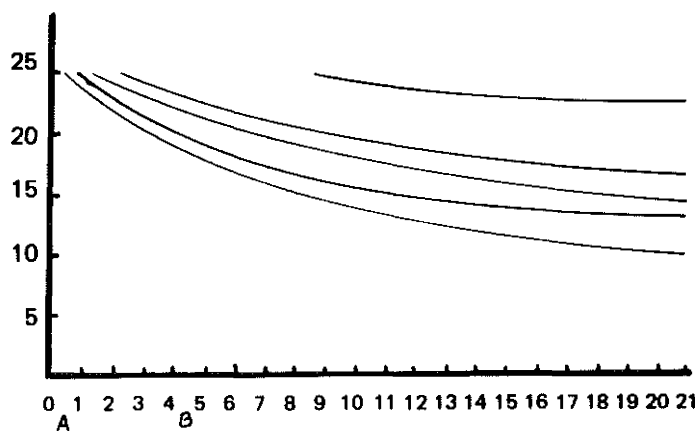
Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayomex considerando un diseño de bloques al azar con seis repeticiones.

Diferencia verdadera expresada como o/o de la media.

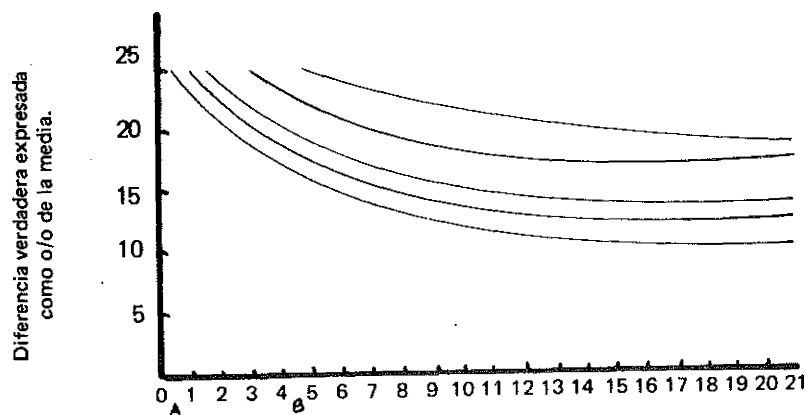


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayomex considerando un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos.



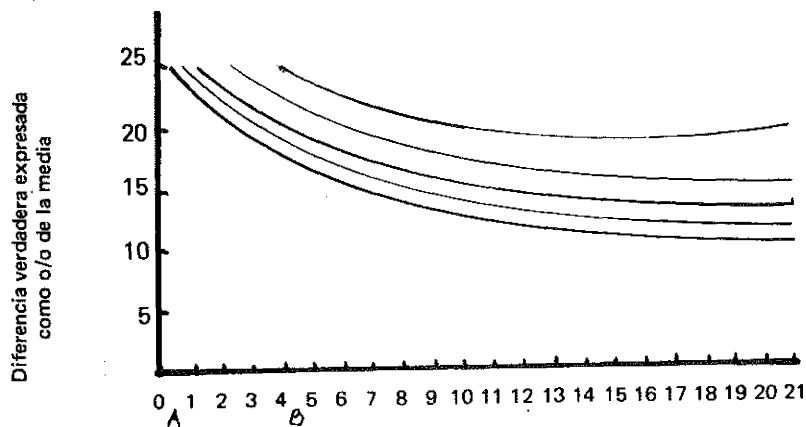
Tamaño de la Parcela

A Tamaño obtenido por Máxim Curvatura.

B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para variedad Bayomex considerando un diseño bloques al azar con diez tratamientos.



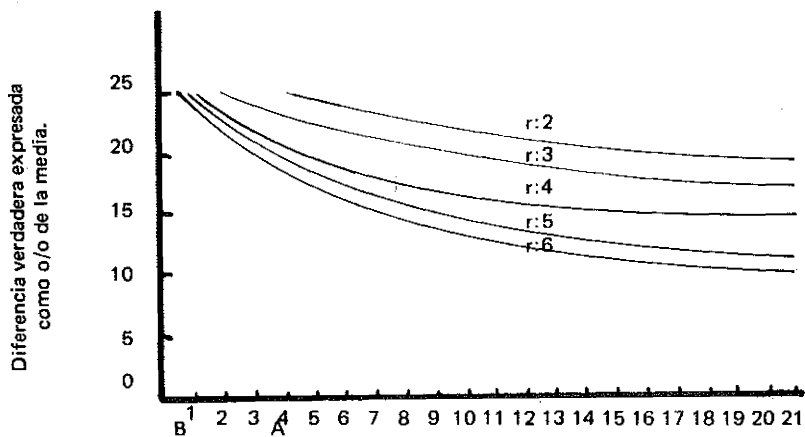
Tamaño de la Parcela

A Tamaño obtenido por Máxim Curvatura.

B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para variedad Bayomex considerando un diseño bloques al azar con quince tratamientos.



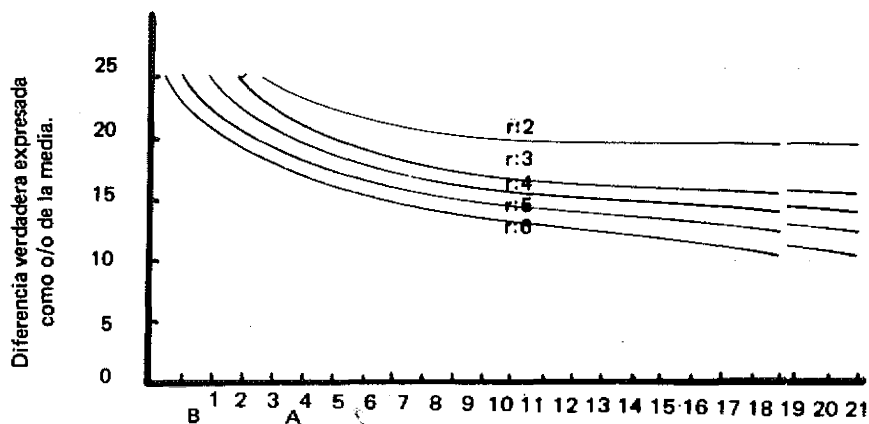
Tamaño de la Parcela

A Tamaño obtenido por Máxim Curvatura.

B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para variedad Bayomex considerando un diseño bloques al azar con veinte tratamientos.

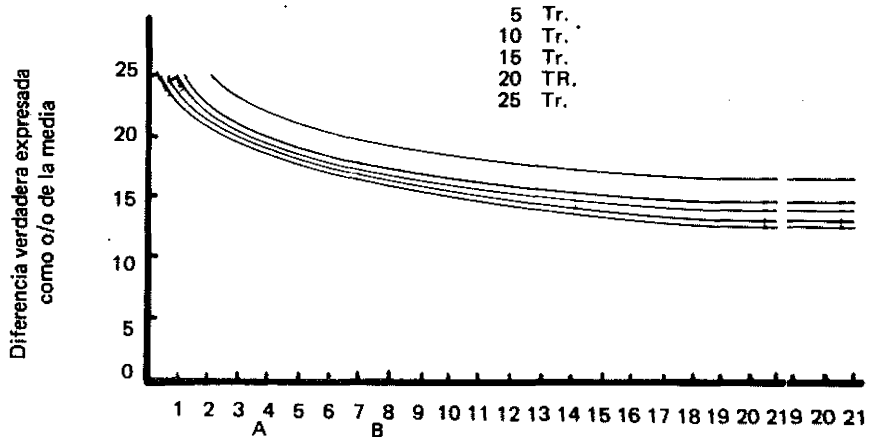


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayomex considerando un diseño de bloques al azar con veinticinco tratamientos.

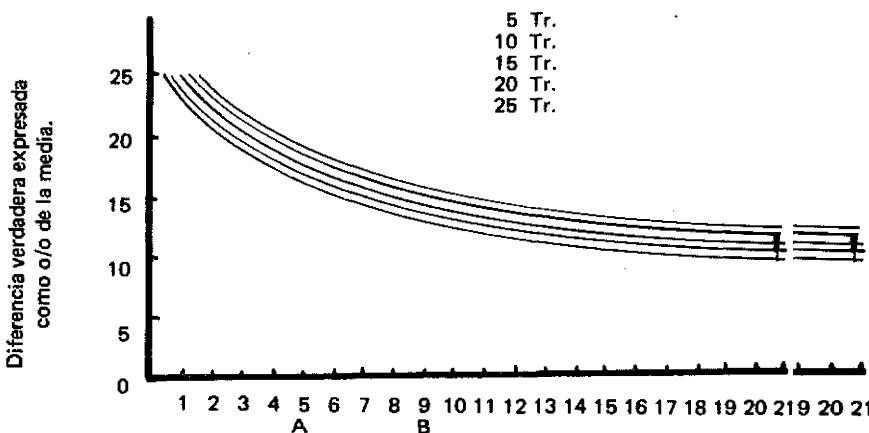


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la Variedad Bayo 107 considerando un diseño de bloques al azar con dos repeticiones.

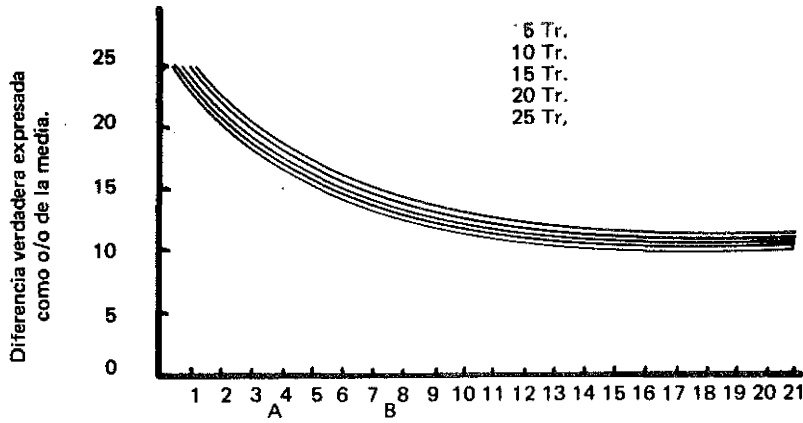


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayo 107 considerando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones.

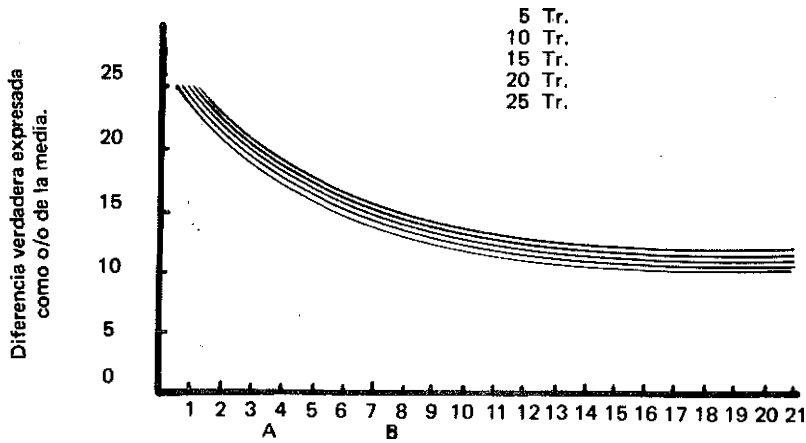


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayo 107 considerando un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

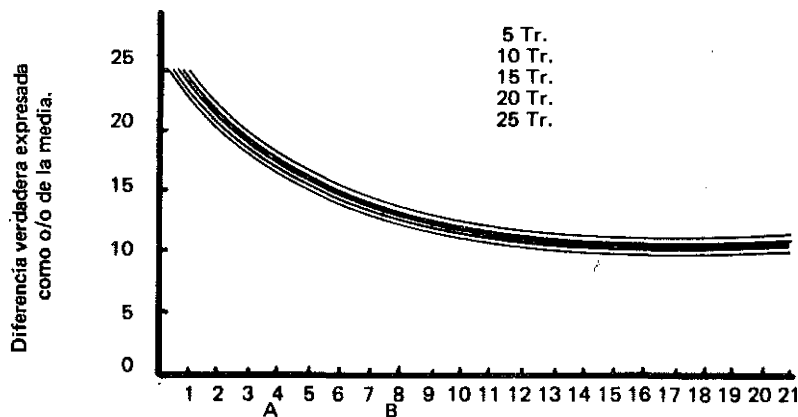


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayo 107 considerando un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones.

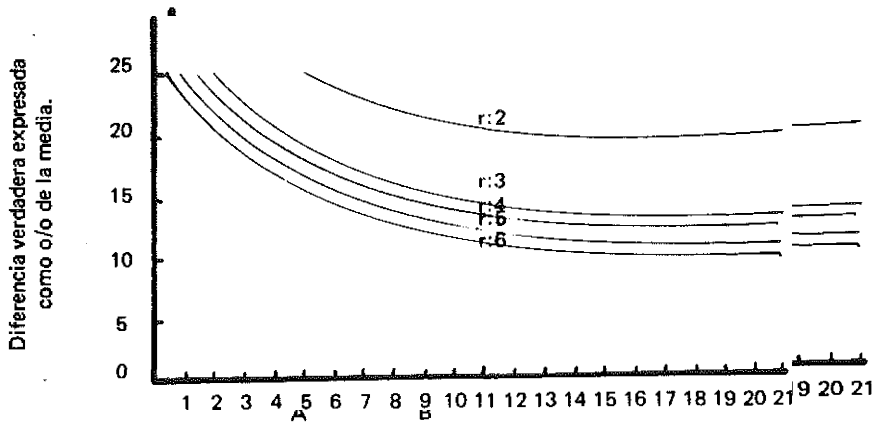


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayo 107 considerando un diseño de bloques al azar con seis repeticiones.



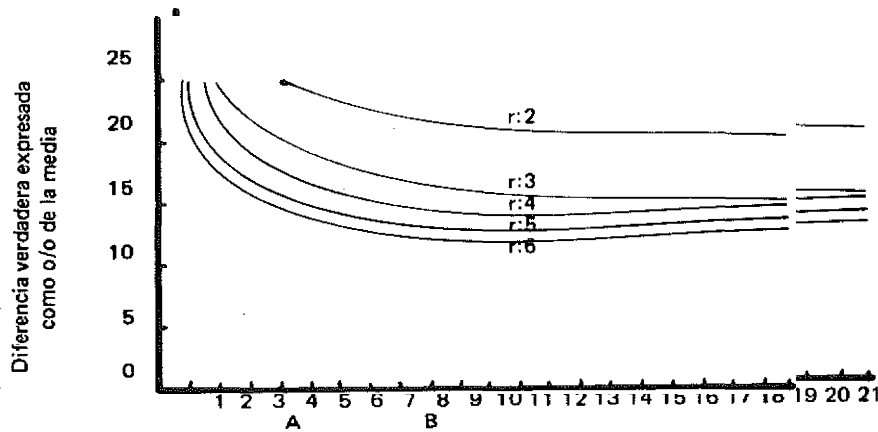
Tamaño de la Parcela

A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.

B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayo 107 considerando un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos.



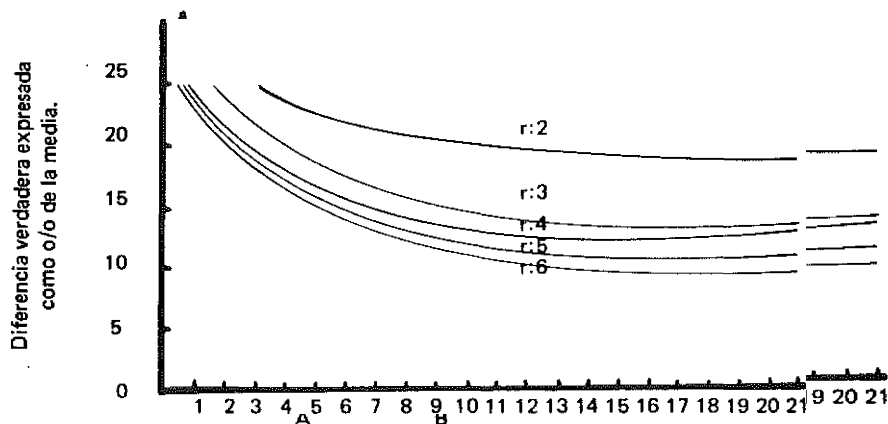
Tamaño de la Parcela

A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.

B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayo 107 considerando un diseño de bloques al azar con diez tratamientos.



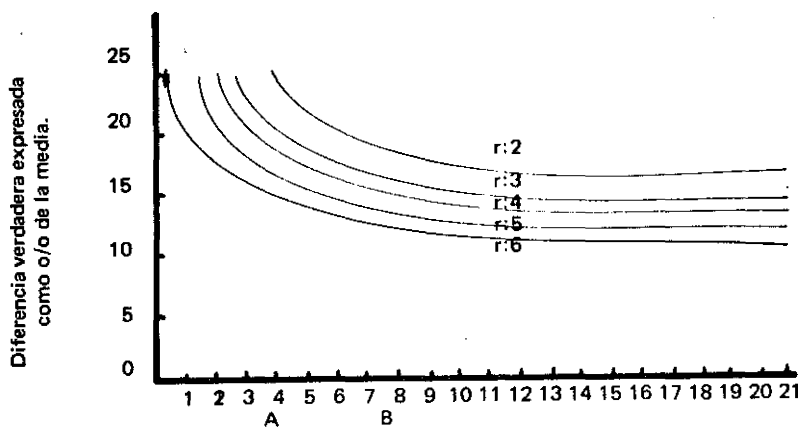
Tamaño de la Parcela

A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.

B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayo 107 considerando un diseño de bloques al azar con quince tratamientos.

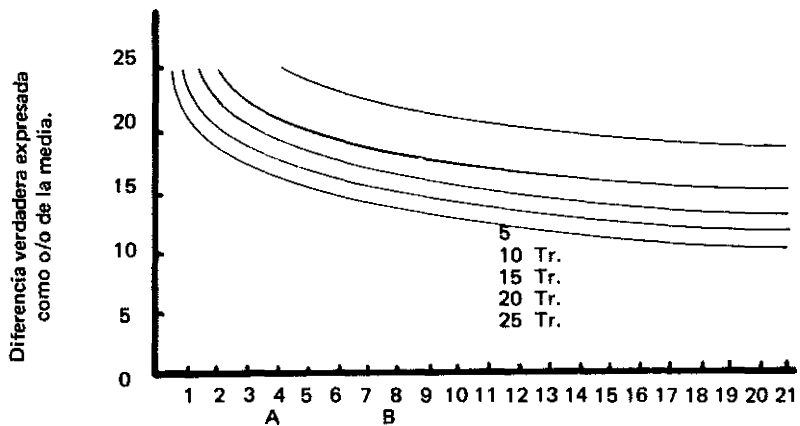


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayo 107 considerando un diseño de bloques al azar con veinte tratamientos.

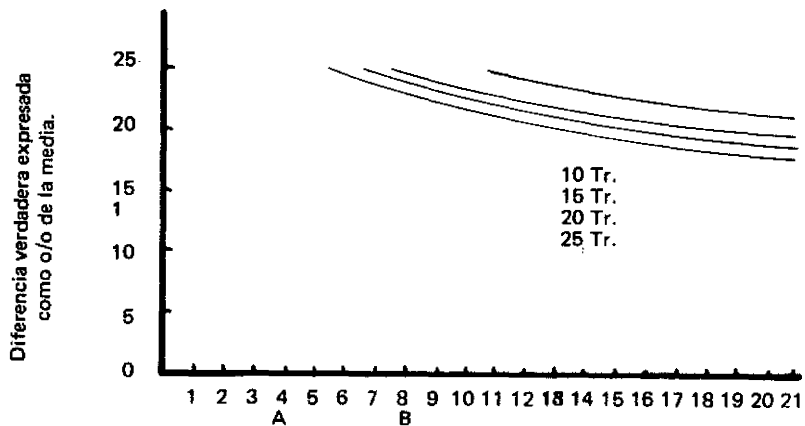


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Bayo 107 considerando un diseño de bloques al azar con veinticinco tratamientos.

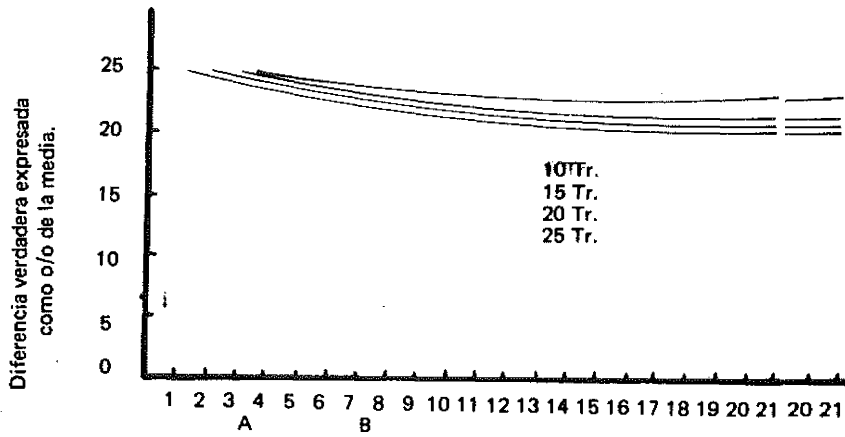


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Negro 150 considerando un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

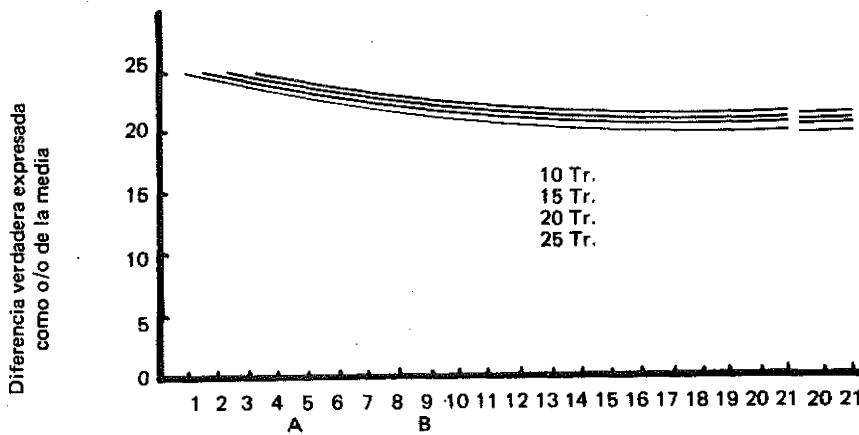


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Negro 150 considerando un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones.

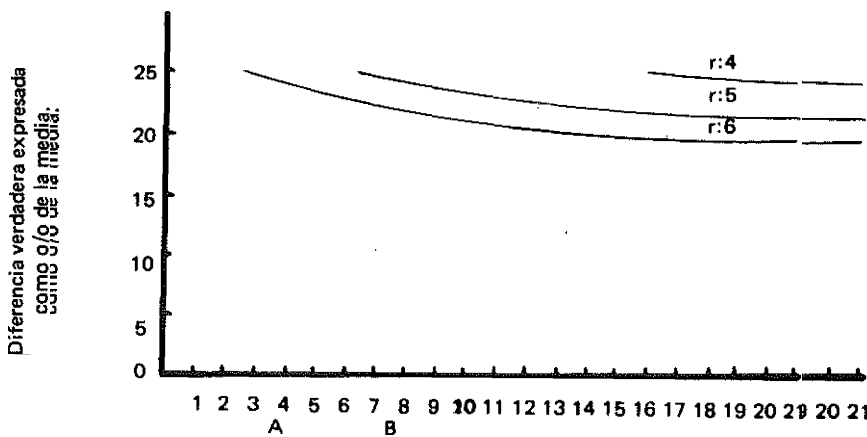


Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Negro 150 considerando un diseño de bloques al azar con seis repeticiones.



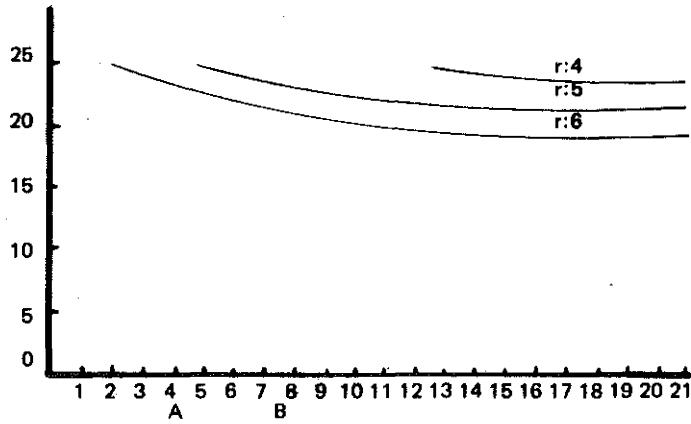
Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Negro 150 considerando un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos.

Diferencia verdadera expresada como o/o de la media.



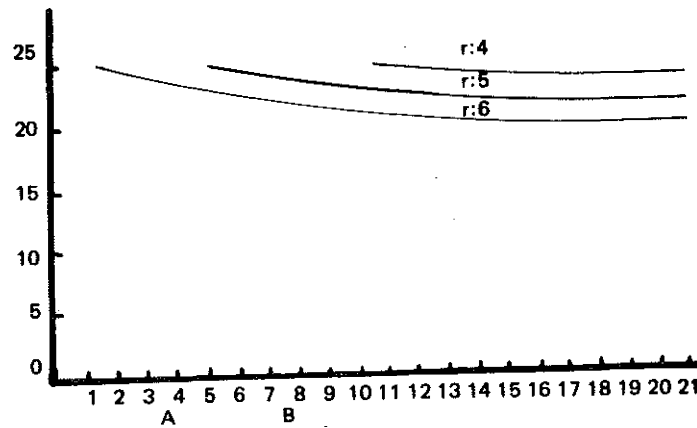
Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxim Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Negro 150 considerando un diseño de bloques al azar con diez tratamientos.

Diferencia verdadera expresada como o/o de la media.



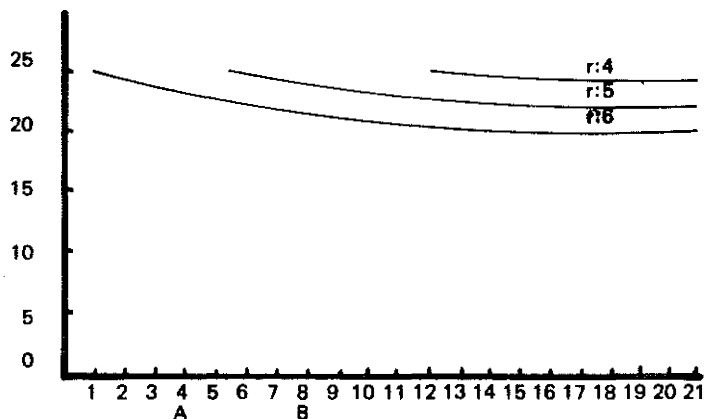
Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Negro 150 considerando un diseño de bloques al azar con quince tratamientos.

Diferencia verdadera expresada como o/o de la media.



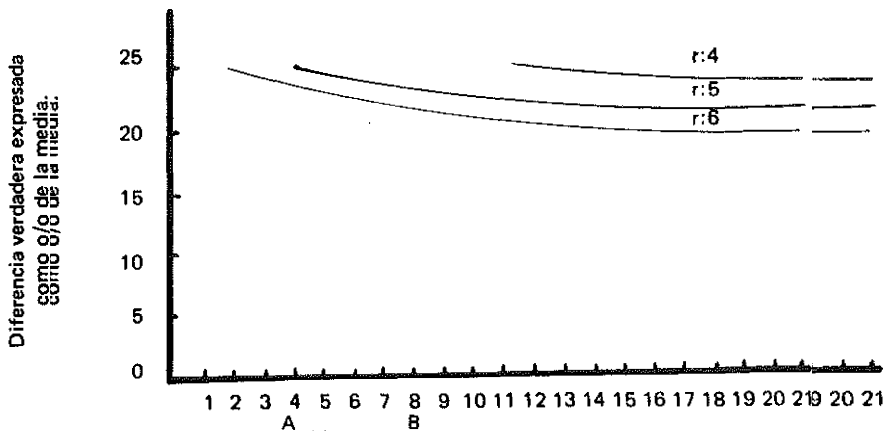
Tamaño de la Parcela

- A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.
- B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Negro 150 considerando un diseño de bloques al azar con veinte tratamientos.





Tamaño de la Parcela

A Tamaño obtenido por Máxima Curvatura.

B Tamaño obtenido por Regresión Múltiple.

Serie de gráficas AB

Aplicación de la fórmula de Hatheway para la variedad Negro 150 considerando un diseño de bloques al azar con veinticinco tratamientos.

2784

## PRUEBAS ORIENTATIVAS DE ROTACION DE CULTIVOS ANUALES ALIMENTICIOS

Dr. Paolo Anglesio  
Ing. José Abilio Orellana  
P. A. Eddie Villalta

### ANTECEDENTES

El presente informe es para dar a conocer los resultados de pruebas orientativas de rotaciones de cultivos. Las pruebas se planearon y realizaron en el año agrícola 1969-70 (Julio 69 - Junio 70) y tienen la finalidad de comprobar la factibilidad práctica de la rotación de dos cultivos durante la temporada útil de lluvia y un eventual tercer cultivo en la temporada seca.

Los motivos que nos llevaron a estudiar este programa de fomento de cultivos básicos alimenticios, radican en la situación socio-económica del país.

La economía de El Salvador es esencialmente agrícola y tiene su punto de fuerza en los cultivos de exportación, principalmente café, algodón y azúcar; a estos se dedican las mayores atenciones técnicas y ayudas financieras. Es cierto que son cultivos que responden favorablemente y toda una próspera actividad comercial, crediticia, de transportes e industrial se ha desarrollado en función de los mismos.

Por otro lado estos cultivos, típicos de las grandes empresas, no proporcionan ingresos suficientes a la numerosa clase de asalariados agrícolas para un aceptable nivel de vida. Los mismos alimentos básicos que el país importa en grandes cantidades resultan excesivamente caros para los pobres recursos de estos trabajadores. Creemos que un racional incremento de los cultivos básicos alimenticios a los cuales el país no ha dado hasta ahora mayor atención pueda resolver en parte el problema de la subalimentación de los trabajadores del campo. Si añadimos que este proyecto va en favor de las empresas familiares y medianas, que son las que de preferencia se dedican a los cultivos en mención, se tendrá una idea del alcance socio-económico que el mismo podrá tener. Las fincas entre 2 y 20 ha que se dedican a cultivos alimenticios anuales abarcan un total de 90,000 ha; una parte considerable podrá seguir el proyecto en unión con las empresas de los pequeños y medianos arrendatarios.

### OBJETIVOS

En el párrafo anterior se consideraron las causas que motivaron el estudio del proyecto, queremos ahora analizar los objetivos que se propone y los impactos que puede tener a corto y a largo plazo.

La finalidad principal es portar las pequeñas y medianas empresas agrícolas a un aceptable nivel de desarrollo socio-económico y técnico; en fin hacer de los agricultores de estas empresas sujetos de crédito por parte de los bancos.

La orientación hacia una actividad integrada agrícola y ganadera se juzga el enfoque más racional para el presente y para el futuro. La repartición de los riesgos entre las dos actividades productivas permite al agricultor enfrentar eventuales cambios que imponga el mercado u otras causas.

Otro punto es la necesidad de disponer de personal de campo de buena capacitación.

### CARACTERISTICAS ECOLOGICAS

El examen de las características ecológicas y agrológicas puede poner de relieve el significado del proyecto y su alcance desde el punto de vista económico y técnico.

El Salvador con tres y medio millones de habitantes tiene solamente 400,000 hectáreas suficientemente planas para

---

Las asociaciones de maíz y sorgo se hacen sembrando dentro de un cultivo de maíz de 20 - 25000 plantas/mz, una cantidad de sorgo capaz de dar 15000 - 20000 plantas/mz. Los cultivos especializados de maíz de hoy cuentan con 35 - 40000 plantas/mz y no dan espacio para la siembra de un cultivo asociado. El frijol constituye un caso aparte, se siembra a fines de agosto, principios de septiembre, cuando el maíz ha sido doblado y gran parte de las hojas han sido eliminadas. A pesar de esto la alta población de maíz hace difícil la siembra del frijol.