CIAT
8153
COLECCION HISTORICA

EFECTO DE BORDES EN ENSAYOS DE RENDIMIENTO EN FRIJOL

(*Phaseolus Vulgaris* L.)

CIAT
CENTRO DE DOCUMENTACION
22 FEB. 1978

XXII Reunión Anual del P.C.C.H.C.A.

21-24 de Marzo de 1977

Panamá

Jaime Eduardo Muñoz[1]
María Cristina Amézquita[2]
Oswaldo Voysest[3]

[1]Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia.

[2]Biometría, CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

[3]Agronomía de Frijol, CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

EFECTO DE BORDES EN ENSAYOS DE RENDIMIENTO EN FRIJOL (*Phaseolus Vulgaris* L.)

Jaime Eduardo Muñoz[1]
Maria Cristina Amézquita[2]
Oswaldo Voysest[3]

El efecto de competencia entre parcelas experimentales conocido como efecto de bordes, es un factor reconocido en la experimentación agrícola. Estos efectos se manifiestan a través de un cambio en el patrón de crecimiento y rendimiento de las plantas cerca al perímetro de la parcela con relación a los de la parte central de ésta. Para la eliminación de la influencia de los bordes se acostumbra dejar un margen no experimental de una magnitud predeterminada.

En la literatura hay abundantes pruebas de la competencia que ejercen las parcelas adyacentes en diversos cultivos. Hayes, Immer y Smith (3) han hecho una buena revisión sobre este tópico particularmente relacionada con los cultivos de maíz y cereales de grano pequeño. Efectos de competencia han sido reportados también en algodón (2), soya (4,9, 10) maní (8), sorgo (6,7) y trigo (1,5), cultivos en los

---

[1]Trabajo presentado a la XXIII Reunión Anual del PCCMA.

[2]Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira.

[3]CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

cuales indistintamente se han identificado diferentes ambientes de competencia, como tipos de planta diferentes debido a efectos genotípicos o nutricionales y distancias entre plantas y surcos.

En fríjol, el uso de surcos de contorno en los ensayos de rendimiento no es una práctica generalizada, sin embargo en los ensayos de rendimiento que se conducen en CIAT, sí se acostumbra dejar un margen no experimental que equivale a un surco a cada lado de la parcela y 0.50mt. al pié y a la cabecera de cada surco que forma la unidad experimental, sea que se trate de comparaciones entre variedades de igual o diferente hábito de crecimiento. El presente trabajo tiene por objeto estudiar el efecto de bordes en parcelas de ensayos de rendimiento de frijol de igual hábito de crecimiento. La determinación del efecto de bordes es importante pues si estos existen y no son tomados en cuenta, no sólo introducen un sesgo en la comparación sino que pueden contribuir a que el valor de la varianza del error aumente. Por otro lado, puesto que generalmente estamos interesados en rendimientos relativos, con referencia a uno o mas testigos, antes que en rendimientos reales, es necesario considerar no sólo si los efectos de borde existen, sino si las variedades responden diferentemente a ellos.

I. MATERIALES Y METODOS

1.1. Materiales y Métodos de Campo:

El ensayo se realizó durante el primer semestre de 1976 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 $3000m^2$

Se consideró como unidad experimental una parcela de $12m^2$ de área total, constituída 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 $9m^2$.

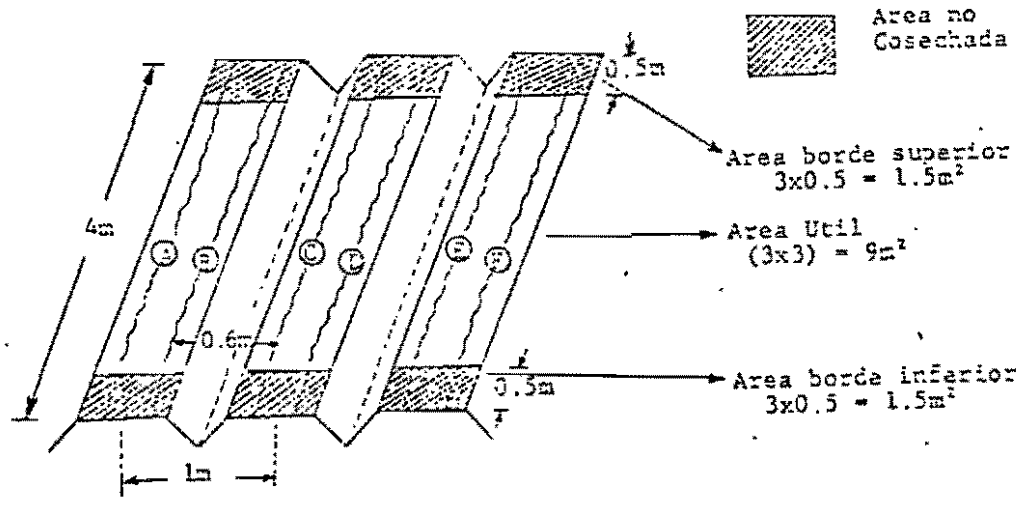
TABLA 1

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	P459B	Jamapa	II
15	P459C	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	Negro Salp. 72	II

FIGURA 1

ESQUEMA DE LA PARCELA EXPERIMENTAL



1.2 Metodología Estadística

Para estudiar el efecto de bordes laterales y bordes de cabecera simultáneamente sobre el rendimiento de la parcela experimental, se efectuó un análisis de varianza tendiente a medir los efectos de:

"Bordes de Cabecera", a 2 niveles
- 0 = Sin cosechar bordes de cabecera.
- 1 = Cosechando bordes de cabecera.

"Bordes laterales", a 2 niveles
- 0 = Sin cosechar los 2 surcos laterales.
- 1 = Cosechando los 2 surcos laterales.

"Repetición" : 6 y

"Variedad" :25

sobre el rendimiento de la parcela experimental (en Kg/ha), según el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + V_j + B_r(R_i) + C_k + L_l + (VxC)_{jk} + (VxL)_{jl} + (CxL)_{kl} + (VxCxL)_{jkl} + \epsilon_{ijkl} \qquad (1)$$

con $i = 1,2,3,4,5,6$ $\quad k = 0,1$

$j = 1,2,\ldots\ldots,25$ $\quad l = 0,1$

$r = 1,2,3,4,5,$

donde,

Y_{ijkl} = Rendimiento (en Kg/ha) de la variedad j en la repetición i con bordes de cabecera k y bordes laterales l.

μ = efecto medio

R_i = efecto de la i-ésima repetición

V_j = efecto de la variedad j-ésima

$B_r(R_i)$= efecto del bloque incompleto r dentro de la i-ésima repetición

C_k = efecto de la presencia (k=1) o ausencia (k=0) de bordes de cabecera

L_l = efecto de la presencia (l=1) o ausencia (l=0) de bordes laterales

$(VxC)_{jk}$=efecto de la interacción "variedad" x "presencia o ausencia de borde de cabecera"

$(VxL)_{jl}$=efecto de la interacción "variedad" x "presencia o ausencia de bordes laterales"

$(CxL)_{kl}$=efecto de la interacción "borde de cabecera"x"borde de lateral"

$(VxCxL)_{jkl}$=efecto de la interacción variedad x borde de cabecera x borde lateral

ε_{ijkl} = error experimental

La disposición de fuentes de variación y grados de libertad es la siguiente:

Fuentes de Variación	g.l.
Repetición	5
Variedad	24
Bloque incompleto dentro de repetición	24
Borde cabecera	1
Borde lateral	1
Variedad x Borde de cabecera	24
Variedad x Borde lateral	24
Borde de cabecera x Borde lateral	1
Variedad x Borde de Cab.xBorde lateral	24
Error	471
Total	599

Evidencia experimental revela que los rendimientos de parcelas donde se cosechan los bordes de cabecera sobreestiman el rendimiento. Puesto que generalmente estamos interesados en rendimientos relativos con referencia a uno o más testigos, antes que en rendimientos reales, es necesario considerar no solo si los efectos de cabecera existen, sino también si este efecto es consistente a través de todas las variedades. Para probar esta hipótesis se realizaron regresiones de rendimiento (en Kg/ha) de parcelas enteras sobre el rendimiento de parcelas a las cuales se les descontó los bordes de cabecera, para parcelas de 4 y 6 surcos respectivamente, según los modelos (2) y (3).

(2) $R_{4c} = a_1 + b_1 R_{4s}$

$$(3) \quad R_{6c} = a_2 + b_2 R_{6s}$$

donde,

R_{4c} = rendimiento (en Kg/ha) de una parcela de 4 surcos, cosechando bordes de cabecera.

R_{4s} = rendimiento (en Kg/ha) de una parcela de 4 surcos sin cosechar bordes de cabecera.

R_{6c} = rendimiento (en Kg/ha) de una parcela de 6 surcos, cosechando bordes de cabecera.

R_{6s} = rendimiento (en Kg/ha) de una parcela de 6 surcos sin cosechar bordes de cabecera.

II. RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 2 presenta los rendimientos promedios (en kg/ha) de las variedades utilizadas en este estudio bajo parcelas de 4 y de 6 surcos, cosechando y sin cosechar los bordes de cabecera. Así para cada variedad, se presenta su rendimiento en parcelas de 6, 8, 9 y 12m^2. El rendimiento promedio general de parcelas de cuatro y seis surcos sin cosechar bordes de cabecera fué de 2551.8 y 2524.1 kg/ha, mientras que el rendimiento promedio de parcelas de cuatro y seis surcos cosechando bordes de cabecera fué de 2890.2 y 2867.3 kg/ha

TABLA 2

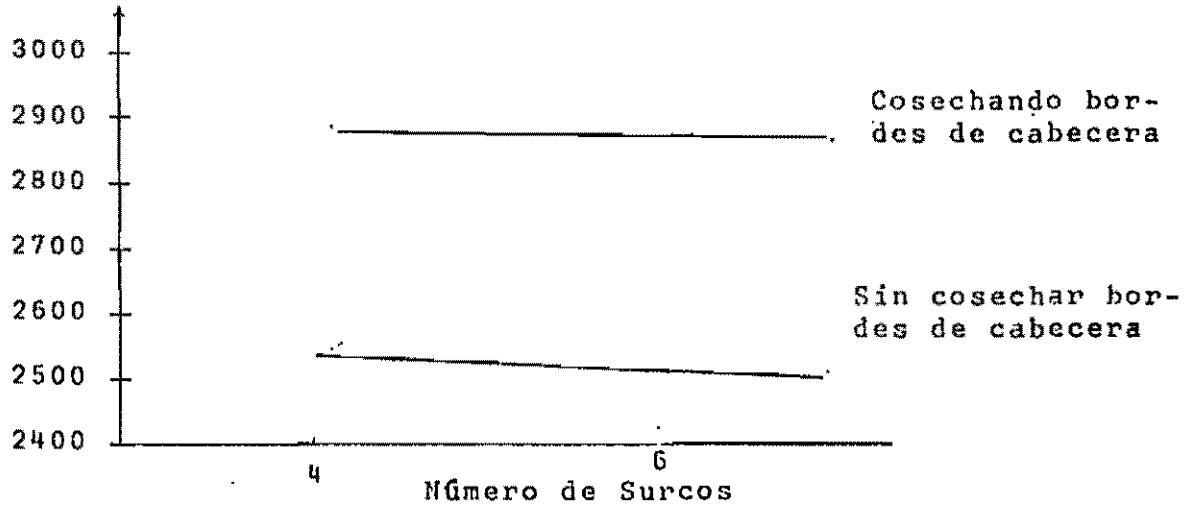
RENDIMIENTOS PROMEDIO (Kg/ha) DE LAS 25 VARIEDADES EN PARCELAS DE 4 Y 6 SURCOS COSECHANDO Y SIN COSECHAR BORDES DE CABECERA

Variedad	Parcelas de 4 Surcos		Parcelas de 6 Surcos		Promedio de Variedad
	Sin Cosechar Cabeceras (Area = 6m²)	Cosechando Cabeceras (Area = 8m²)	Sin Cosechar Cabeceras (Area = 9m²)	Cosechando Cabeceras (Area = 12m²)	
1. P9	2587.5	2967.6	2612.2	2969.0	2784.1
2. P14	2447.5	2759.1	2477.4	2801.8	2621.5
3. P199	2320.5	2584.8	2298.3	2566.3	2442.5
4. P209	2730.1	3048.1	2647.1	3013.8	2859.8
5. P225	2474.8	2815.7	2426.2	2744.6	2615.3
6. P226	2453.7	2855.5	2503.2	2895.9	2677.1
7. P320	2258.7	2494.9	2217.9	2513.3	2371.2
8. P322	2292.5	2659.8	2343.5	2742.7	2509.7
9. P337	2140.8	2443.2	2138.0	2451.7	2293.4
10. P349	2479.0	2906.4	2573.4	2940.5	2724.8
11. P422	2168.7	2504.2	2111.4	2423.5	2302.0
12. P437	2601.7	2784.2	2513.9	2731.2	2657.8
13. P443	2667.2	2892.0	2610.7	2859.3	2757.3
14. P459 B	2825.9	3269.4	2751.9	3220.3	3016.9
15. P459 C	2693.4	3071.1	2621.2	2978.9	2841.1
16. P481	2537.8	2850.2	2611.6	2947.8	2736.8
17. P491	2412.6	2581.3	2269.5	2439.7	2425.8
18. P509	2763.0	3167.8	2780.6	3195.7	2976.8
19. P529	2868.8	3353.7	2747.5	3193.0	3040.7
20. P566	2318.3	2627.3	2382.1	2724.3	2513.0
21. P579	2838.3	3141.6	2750.4	3072.8	2950.8
22. P667	2547.5	2777.3	2443.2	2661.3	2607.3
23. P668	2822.0	3284.0	2731.1	3171.6	3002.2
24. P675	2804.1	3190.8	2840.1	3252.0	3021.8
25. P700	2740.6	3225.6	2700.9	3173.6	2960.2
Promedio General	2551.8	2890.2	2524.1	2867.3	2708.4
D. Standard	244.8	231.9	217.0	211.5	186.9
C.V.	9.6%	8.0%	8.6%	7.4%	6.9%

respectivamente, significativamente mayores que los anteriores ($0.01 < P < 0.05$). En la Figura 2 se muestran los rendimientos promedios cosechando y sin cosechar bordes de cabecera para 4 y 6 surcos. En ella se puede apreciar que mientras la diferencia en rendimientos para 4 y 6 surcos es mínima (no sobrepasa los 28kg/ha), la diferencia entre parcelas cosechando y sin cosechar bordes de cabecera es grande (respectivamente de 338 y 343 kg/ha para parcelas de 4 y 6 surcos). Se puede también ob-

FIGURA 2

RENDIMIENTO PROMEDIO DE PARCELAS DE 4 y 6 SURCOS COSECHANDO Y SIN COSECHAR BORDES DE CABECERA



servar que no hay interacción entre los efectos de bordes laterales y de bordes de cabecera.

Estos resultados son confirmados por los obtenidos mediante el análisis de varianza (Tabla 3). El efecto de bordes de cabecera es altamente significativo mientras que los efectos de bordes laterales y de la interacción bordes de cabecera x bordes laterales no mostraron significancia estadística.

El efecto de bordes de cabecera, se explica porque las plantas de las cabeceras tienen menos competencia por luz y nutrientes debido a su adyacencia a espacios no sembrados. La no significancia del efecto de bordes laterales se explica en parte por la uniformidad genética de las variedades a probar, hecho que fué evidente en el campo en los primeros estados de desarrollo.

Las Figuras 3 y 4 presentas las ecuaciones de regresión y los valores observados de rendimiento de parcelas enteras vs. rendimiento de parcelas sin cosechar bordes de cabecera, para parcelas de 4 y 6 surcos respectivamente. Las ecuaciones obtenidas fueron las siguientes:

$R_4c = 337 + 1.00\ R_4s$, coeficiente de determinación $R^2 = 80.74\%$

$R_6c = 267 + 1.03\ R_6s$, coeficientes de determinación $R^2 = 82.51\%$.

TABLA 3

RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE PARCELA (en Kg/ha)

Fuentes de Variación	g.l	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Prob. (F)[1]	
Repetición	5	10'835736.5	2'167143.3	61.89	0.0001	**[2]
Variedad	24	32'239881.2	1'343328.4	38.36	0.0001	**
Bloque incompleto dentro de repetición	24	17'457377.6	727290.7	20,77	0.0001	**
Bordes de cabecera	1	17'426493.3	17'426493.3	497.68	0.0001	**
Bordes laterales	1	95684.6	95684.6	2.73	0.0949	N.S.
Variedad x Bordes de cabecera	24	996340.1	41514.2	1.19	0.2486	N.S.
Variedad x Bordes laterales	24	681179.1	28382.5	0.81	0.7252	N.S.
Bordes de cabecera x bordes laterales	1	874.5	874.5	0.02	0.8690	N.S.
Variedad x Bordes de cabecera x Bordes laterales	24	29750.6	1239.6	0.04	0.7300	N.S.
Error	471	16'492411.2	35015.7			
TOTAL	599	96'255728.5				

[1] Prob. (F) indica la probabilidad de obtener un valor de F como el obtenido, dado que la hipótesis nula de no significancia del efecto sea cierto.

[2] ** El efecto del factor o interacción fué significativó al 1 por ciento (Prob(F)< 0.01)
* El efecto del factor o interacción fué significativo al 5 por ciento (0.01<Prob(F)<0.05)

N.S. El efecto del factor o interacción no se consideró significativo (Prob.(F)> 0.05)

FIG. 3: RENDIMIENTO DE PARCELAS ENTERAS Vs. RENDIMIENTO DE PARCELAS SIN COSECHAR BORDES DE CABECERA PARA PARCELAS DE 6 SURCOS

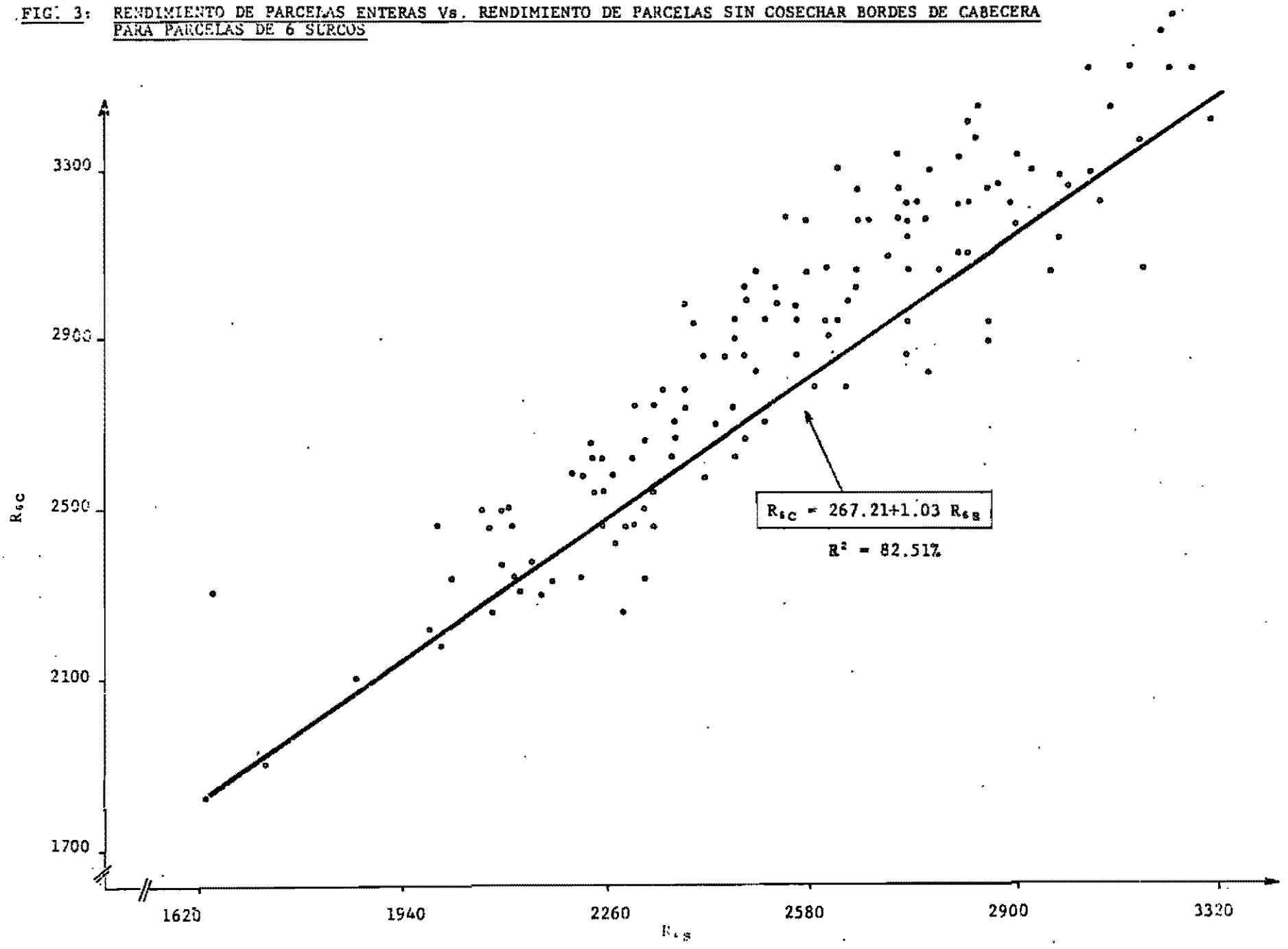
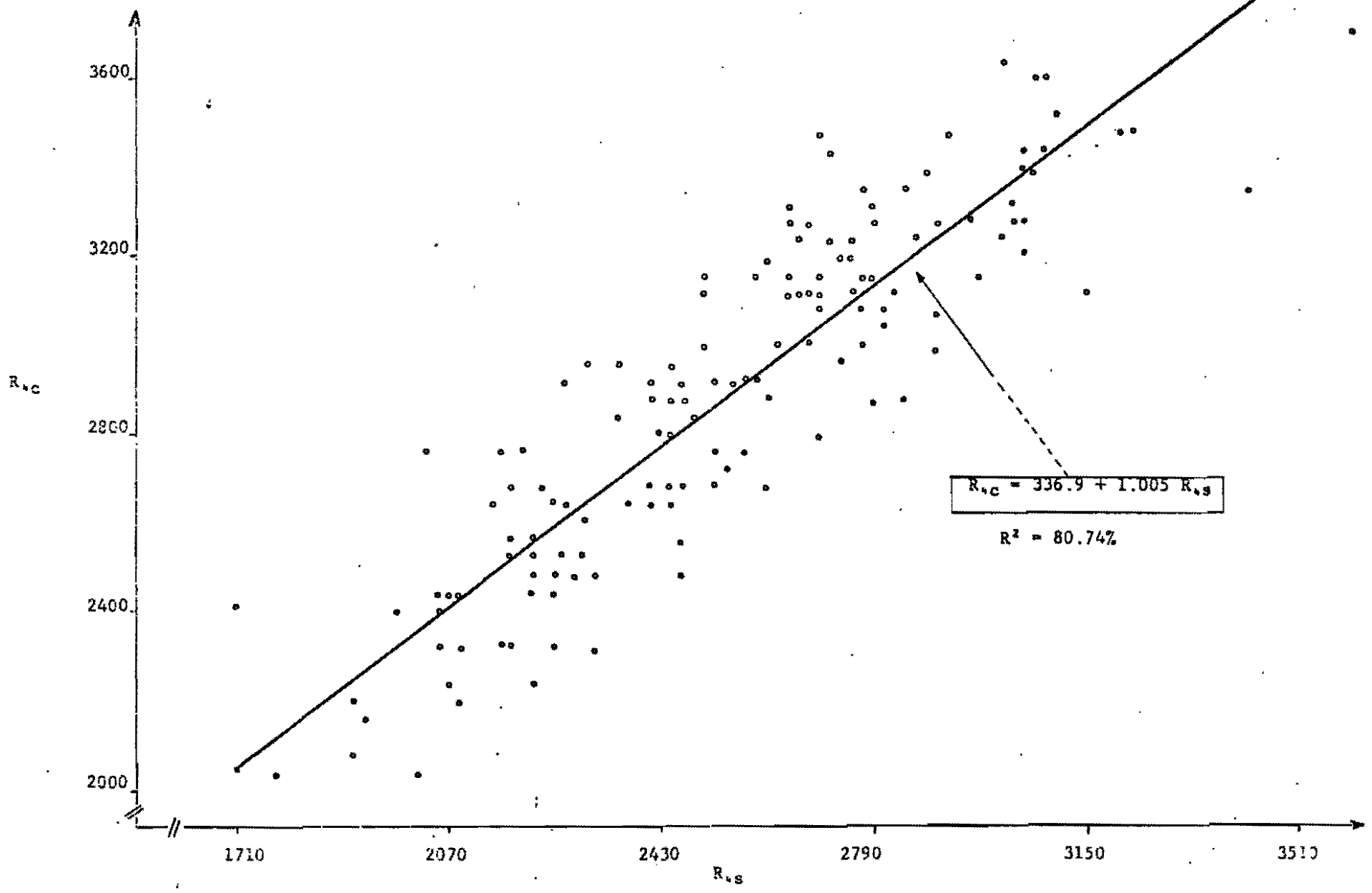


FIG. 4: RENDIMIENTO DE PARCELAS ENTERAS Vs. RENDIMIENTO DE PARCELAS SIN COSECHAR BORDES DE CABECERAS PARA PARCELAS DE 4 SURCOS



En los dos casos el ajuste por regresión fué altamente significativo. Los valores del coeficiente de determinación, R^2, indican el porcentaje de la variación total explicado por la regresión. Estos resultados muestran que, aunque el cosechar bordes de cabecera produce un incremento significativo en el rendimiento de la parcela experimental, este efecto es, en promedio, consistente sobre las 25 variedades probadas.

III. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este ensayo nos sugieren que, para el caso de variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) de igual hábito de crecimiento, existe un efecto altamente significativo de bordes de cabecera sobre el rendimiento de la parcela experimental. Mientras el rendimiento promedio de parcelas de 4 y 6 surcos sin cosechar bordes de cabecera fué de 2551.8 y 2524.1 kg/ha, los rendimientos respectivos cosechando los bordes fueron de 2890.2 y 2867.3 kg/ha, que representan incrementos en el rendimiento de la parcela experimental del 13.3 y 13.6 por ciento para el caso de parcelas de 4 y 6 surcos respectivamente. Sin embargo, aunque existe efecto de "bordes de cabecera" este efecto es consistente a traves de las 25 variedades probadas.

Por otra parte, este ensayo nos mostró que no hay efecto de bordes laterales sobre el rendimiento de la parcela experimental. Asi mismo, no hay una interacción entre "bordes de cabecera" y bordes laterales" en el sentido de que el rendimiento de la parcela experimental se incrementa en la misma proporción, ya sea cosechando o sin cosechar los dos surcos laterales (parcelas de 6 y 4 surcos)

Es de nuestro interés, probar estas mismas hipótesis con variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) de distinto hábito de crecimiento para así poder tomar una decisión definitiva sobre cuando se debe y cuando nó utilizar la práctica del uso de surcos de contorno en los ensayos de rendimiento en frijol.

LITERATURA CITADA

[1] BROWN, C.M. and R.O. WEIBEL. Border effects in winter oats tests. Agron. J. 49: 382-384. 1957.

[2] GREEN, J.M. Border effects in cotton variety tests. Agron. J. 48: 116-118. 1956.

[3] HAYES, H.L., F.R. IMMER and D.C. SMITH. Methods of plant breeding, 2ed. Mc. Graw-Hill Book Co., Inc. 1955, 551p.

[4] HARTWIG, E.E., H.W. JOHNSON and R.B. CARR. Border effects in soybean test plots. Agron. J. 43: 443-445. 1951.

[5] JENSEN, N.F. and W.T. FEDERER, Adjacent row competition in wheat.- Crop Science 641-645. 1964.

[6] JOHNSON, B.J. Competition among four sorghum types as measured by silage yields and other characteristics. Agron. J. 60: 577-528. 1968.

[7] ROSS, W.H. A comparison of grain sorghum varieties in plots with and without border rows. Agron. J. 50: 344-345. 1958.

[8] SHEAR, G.M. and L.I. MILLER. Influence of plant spacing of the Jumbo runner peanut on fruit develoment, yield and border effect. Agron. J. 52: 125-127. 1960.

[9] THORNE, J.C. and W.R. FEHR. Effects of border row competition on strain performance genetic variance in soybeans. Crop Sc. 10: 605-606. 1970.

[10] WILCOX, J.R. Response of soybeans to end-trimming at various stages. Crop Sc. 10: 555-557. 1970.