

EFFECTO DE BORDES EN ENSAYOS DE RENDIMIENTO EN SORGO

Jorge H. Argüelles C. I.A. M.Sc

RESUMEN

Se realizó un trabajo utilizando dos pruebas regionales de variedades, con el propósito de determinar la posible existencia de sesgo en la estimación del rendimiento de grano en sorgo, al incluir los surcos laterales y las cabeceras de los surcos dentro de la parcela útil. Se encontró que al considerar las cabeceras de los surcos dentro de la parcela útil, se sobreestimó el rendimiento, pero esto fue consistente para todos los genotipos evaluados. Los surcos laterales (bordes) no produjeron sesgo en la estimación. Lo anterior da pautas para determinar el tamaño de las unidades experimentales.

Palabras Claves Adicionales: Efecto de bordes, tamaño de parcela.

ABSTRACT

Borders effect sorghum yield trials

Some measurements were taken in two regional trials to establish the existence of some bias in sorghum yield estimation when border rows and head rows were considered in yield determination. It was found that when head rows were included in yield determination, the yield was over estimated but there was not consistence in all genotypes evaluated. On the other hand, border rows did not cause bias in yield estimation. These results can be used to determine plot size in experimental trials.

Additional Key Words: Borders effect, plot size.

En una parcela experimental existen dos clases de competencia: la competencia dentro de la unidad experimental por luz, agua y nutrientes, entre los individuos que la com-

ponen y la competencia entre unidades experimentales definida por el efecto de bordes o calles (2).

Cuando se calcula un tamaño de parcela a partir de información proveniente de un ensayo de uniformidad o de datos experimentales, lo que se obtiene es la unidad experimental útil. De ahí la conveniencia de investigar sobre el efecto de borde (2).

El efecto de borde es un hecho reconocido en experimentación agrícola; esto se hace evidente mediante un cambio en el patrón de crecimiento de las plantas localizadas en los contornos de las unidades experimentales. Para eliminar este efecto, se acostumbra dejar un margen de anchura variable dependiendo del tipo de especie en la que se este trabajando (3).

Cuando se efectúan ensayos de rendimiento con genotipos, pueden sembrarse parcelas de tres a cinco surcos, utilizando únicamente el central de cada parcela para determinar el rendimiento o la calidad; de este modo, al desechar los surcos laterales (bordes) de cada unidad experimental, se disminuye el efecto de unas variedades sobre otras, pues este efecto llegará más difícilmente a los surcos centrales, que son los únicos tenidos en cuenta (1).

Puesto que los efectos de variedades, fertilizantes y calles son más notorios en los surcos de borde de las unidades experimentales, una solución obvia es excluirlas de cualquier medición. El tamaño de los bordes o el número de surcos (o plantas) a ser descartados a cada lado de las parcelas experimentales, depende en gran medida de la dimensión del efecto de competencia esperado (3).

Naturalmente, el tamaño de los bordes o el número de surcos descartados, también afecta las dimensiones de las unidades experimentales y de los bloques. Esto genera un incremento en la variabilidad o en el error experimental, especialmente cuando el número de tratamientos es alto. Bordes de-

masiado grandes o anchos implican un derroche en los recursos experimentales y un posible incremento en el error experimental, mientras que bordes demasiado pequeños producirán sesgo en los resultados (3).

Generalmente, en los ensayos de rendimiento interesa comparar los rendimientos relativos con referencia a uno o más testigos, antes que estimar rendimientos reales, por esto es necesario considerar no solo si los efectos de bordes existen, sino también si este efecto es consistente a través de todos los genotipos (4).

El objetivo del presente trabajo, fue el de establecer la existencia de sesgo en la estimación del rendimiento de grano en sorgo, al considerar dentro de la parcela útil los surcos laterales y las cabeceras de los surcos. Lo anterior con el propósito de generar pautas para establecer los tamaños más adecuados de las unidades experimentales en los ensayos de rendimiento.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se condujo durante el primer semestre de 1985, con base en dos pruebas regionales realizadas por la Sección de Sorgo, en las localidades del C.I. La Libertad y Castilla (meta) con 17 y 14 genotipos de sorgo respectivamente (Tabla 1).

El diseño experimental utilizado en estas pruebas regionales fue el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por cuatro surcos de cinco m de longitud a una distancia de 0.60 m.

Antes de la cosecha, cada surco de la unidad experimental se dividió en tres partes, dos extremas correspondientes a las cabe-

ceras con 0.50 m de longitud cada una y la central de cuatro m. La cosecha se realizó individualmente para cada una de las partes. Posteriormente los rendimientos obtenidos fueron combinados con el fin de formar cuatro tamaños básicos de unidad experimental así:

1. Cuatro surcos incluyendo cabeceras.
2. Cuatro surcos sin incluir cabeceras.
3. Dos surcos centrales incluyendo cabeceras.
4. Dos surcos centrales sin incluir cabeceras.

TABLA 1. Genotipos evaluados en las pruebas regionales del C.I. La Libertad y Castilla (Meta), 1985-B.

C.I. La Libertad	Castilla (Meta)
1. IS-7132	1. M-90322
2. IS-7251	2. EST-213
3. IS-8577	3. (MAxICP) M-417
4. IS-8933	4. RM-66
5. 3Dx57/1/1/910	5. SB-24-41
6. IS-10336	6. (DESC-1xE-124)-LP-10-3-5H
7. SC-279-14	7. RM-112
8. MN-4508	8. EST-265
9. 5Dx61/6/2	9. RM-204
10. 156-P-S-SERERE 1	10. RM-75
11. IS-3071	11. EST-259
12. IS-8931	12. EST-265
13. IS-8959	13. ICA-NATAIMA
14. IS-9084	14. RM-163
15. IS-2765	
16.X-18	
17. ICA-NATAIMA	

ARGUELLES. Rendimiento en sorgo.

Los rendimientos de grano para cada tamaño de unidad experimental, fueron expresados en kg/ha.

Para establecer el efecto de los surcos de borde y de las cabeceras de surcos y la interacción de estos con los genotipos, se realizó un análisis de varianza asumiendo el arreglo factorial 2²g (g: número de genotipos), dentro del diseño de bloques completos al azar. El factorial 2² estuvo constituido por los factores surcos de borde y cabeceras de surco, cada uno a dos niveles, de la siguiente forma:

Tipo de parcela	Surcos de borde	Cabeceras de surco
1	No incluidos	No incluidos
2	No incluidos	Incluidas
3	Incluidos	No incluidos
4	Incluidos	Incluidas

Se efectuaron análisis de varianza individuales para cada tipo de parcela, con el fin de comparar la precisión y la significancia.

RESULTADOS Y DISCUSION

Experimento 1 (C.I. La Libertad)

El análisis de varianza para el rendimiento de grano detectó diferencias significativas ($\alpha = .01$) entre los diferentes genotipos evaluados. Las cabeceras de los surcos presentaron también efectos significativos sobre el rendimiento ($\alpha = .01$). El efecto de los surcos de borde (laterales), así como la interacción de este factor con el resto de factores involucrados (cabeceras de surco y genotipos) no fue significativo. Lo anterior es evidencia de la variabilidad presente entre los 17 materiales de sorgo evaluados y

la sobreestimación del rendimiento al considerar las cabeceras de los surcos dentro de la parcela útil (342.2 kg/ha). Sin embargo esta sobreestimación es consistente a través de todos los genotipos, como lo demuestra la ausencia de interacción de genotipo x cabecera de surco, (Tabla 2).

Al considerar los análisis de varianza para los cuatro tipos de parcela individualmente, se detectaron diferencias significativas entre los genotipos. Los coeficientes de variación obtenidos fueron 25.5% para el tipo de parcela uno, 22.1% para el tipo dos, 20.2% para el tipo tres y 18.8% para el tipo cuatro (Tabla 3). Como se puede observar, el más alto coeficiente de variación se presentó al descartar surcos de borde y cabeceras de surco de las unidades experimentales, mientras que el más bajo se obtuvo al considerar la totalidad de los cuatro surcos.

En cuanto a la razón de varianzas para los genotipos (CMg/CMe), en los cuatro tipos de unidad experimental, se obtuvieron

valores de 9.6 para el tipo cuatro, 9.04 para el tipo tres, 5.83 para el tipo dos y 4.86 para el tipo uno, situación inversa a la presentada para los coeficientes de variación.

Experimento 2 (Castilla-Meta)

El análisis de varianza para el rendimiento de grano (kg/ha), detectó diferencias significativas ($\alpha = .01$) entre los genotipos, lo cual es evidencia de la variabilidad existente en los 14 genotipos evaluados (Tabla 4). También fue significativo el efecto de las cabeceras de surco ($\alpha = .05$) lo que implica una sobreestimación en el rendimiento al incluirlas (208.7 kg/ha) dentro de la parcela útil. No se obtuvieron efectos significativos de los surcos de borde (laterales) ni de las interacciones entre los factores considerados. Lo anterior indica que aunque las cabeceras de los surcos sobreestiman al rendimiento de grano, este efecto es consistente para todos los genotipos.

TABLA 2. Cuadrados medios del análisis de varianza para el rendimiento de grano en sorgo. (C.I. La Libertad, 1985-B).

F.V.	G.L.	C.M.
Repeticiones	3	428427.25
Genotipos (Gen)	16	12321474.12**
Surco de borde (S.B.)	1	33200.60
Gen. x S.B.	16	220385.65
Cabeceras de surco (C.S.)	1	7961129.20**
Gen. x C.S.	16	82068.87
S.B. x C.S.	1	0.40
Gen. x S.B. x C.S.	16	7544.18
Error	201	437728.54
C.V. (%) = 21.3		

** Diferencias significativas ($\alpha = .01$).

TABLA 3. Cuadrados medios del análisis de varianza del rendimiento de granos en Sorgo para cuatro tipos de unidad experimental. (C.I. La Libertad, 1985-B).

F.V.	G.L.	(1)	(2)	(3)	(4)
Repeticiones	3	235638.94	164049.52	76932.97	111971.84
Genotipos	16	2733677.73**	3095151.06**	3169063.62**	3633580.42**
Error	48	563032.88	530976.23	350537.35	378431.41
C.V. (%)		25.5	22.1	20.2	18.8
\bar{X}		2947.7	3289.8	2925.5	3267.8
Area U.E. (m ²)		4.8	6.0	9.6	12.0
CMg/CMe		4.86	5.83	9.04	9.6

** Diferencias significativas ($\alpha = .01$).

TABLA 4. Cuadrados medios del análisis de varianza para el rendimiento de grano en Sorgo. (Castilla-Meta, 1985-B).

F.V.	G.L.	C.M.
Repeticiones	3	8142762.16**
Genotipos (Gen.)	13	1777553.26**
Surcos de borde (S.B.)	1	734929.89
Gen. x S.B.	13	33525.67
Cabeceras de surco (C.S.)	1	2439035.16*
Gen. x C.S.	13	18307.12
S.B. x C.S.	1	2525.91
Gen. x S.B. x C.S.	13	1632.76
Error	165	551491.00
C.V. (%) = 39.9		

* Diferencias significativas ($\alpha = .05$).

** Diferencias significativas ($\alpha = .01$).

El análisis de varianza individual para cada tipo de parcela no detectó diferencias significativas entre los 14 genotipos evaluados. Esta aparente contradicción con el resultado anterior, se debe básicamente a la gran diferencia en los grados de libertad

para estimar el error experimental. Los coeficientes de variación para los diferentes análisis de varianza fueron muy similares, así como la razón de varianzas de los genotipos (MCg/CMe) (Tabla 5).

TABLA 5. Cuadrados medios del análisis de varianza del rendimiento de grano en Sorgo para cuatro tipos de unidad experimental (Castilla-Meta, 1985-B).

F.V.	G.L.	(1)	(2)	(3)	(4)
Repeticiones	3	1800911.46*	1905534.46*	2177399.45*	2285491.19*
Genotipos	13	331837.07	441838.54	467444.41	589898.80
Error	39	516955.13	585073.14	562688.38	666470.34
C.V. (%)		42.3	40.2	41.5	40.3
\bar{X}		1700.9	1902.9	1808.8	2024.2
Area U.E. (m ²)		4.8	6.0	9.6	12.0
CMg/CMe		0.64	0.76	0.83	.89

* Diferencias significativas ($\alpha = .05$).

De acuerdo con los resultados obtenidos en los dos experimentos, se puede argumentar que al incluir las cabeceras de los surcos dentro de la parcela útil, se sobreestima el rendimiento, aunque esta sobreestimación es similar para todos los genotipos evaluados. Los surcos laterales (bordes) no produjeron sobreestimación del rendimiento de grano, siendo esto consistente para todos los genotipos. Como generalmente el objetivo de una prueba regional o ensayo de variedades es comparar un conjunto de genotipos antes que estimar los rendimientos reales, el sesgo que se produce al considerar las cabeceras de los surcos o en general toda la unidad experimental como parcela útil, no afecta las comparaciones entre los diferentes genotipos.

Lo anterior permite concluir que no es necesario depreciar de la unidad experimental los surcos laterales o las cabeceras de los surcos, para cuantificar el rendimiento de grano; esto es bien importante cuando las unidades experimentales son de un tamaño tal que cualquier reducción en el área útil genera pérdida en la representatividad de esta. Por otro lado, se puede disminuir el tamaño de la unidad experimental, al no

sembrar surcos para ser posteriormente descartados en cosecha al cuantificar el rendimiento de grano. Esta reducción en el tamaño de las parcelas disminuirá el tamaño de los bloques y atenuará el efecto que sobre el error experimental tiene la heterogeneidad del suelo, aumentando la precisión experimental.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. De la Loma, J.L. 1980. Experimentación agrícola. Ed. Hispanoamericana. 493 p.
2. Federer, W.T. 1955. Experimental design: Theory and application. The McMillan Company. New York.
3. Gómez, K.A.; Gómez, A.A. 1976. Statistical procedures for agricultural research with emphasis on rice. The international rice research institute. 294 p.
4. Muñoz, J.E.; Amezquita, M.C.; Voysest, O. 1977. Border effects in yield trials with beans. (*Phaseolus vulgaris* L.) Memory of the XXIII meeting of the PCCMCA, Panamá, 21-24 march 1977.