

Metodología para Evaluar Progenies F₅ a partir de Selecciones Individuales F₄ de Fríjol Voluble en el Sistema de Relevo con Maíz

ALBERTO ROMAN V.¹ y RICARDO MARTINEZ B.²

Resumen. En el Centro Regional de Investigación, ICA "La Selva", situado en el municipio de Rionegro, Antioquia, Colombia, se sembraron ocho ensayos entre 1986 y 1987, con el fin de determinar una nueva metodología para evaluar progenies F₅, de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) en el sistema de relevo con maíz (*Zea mays* L.). Se encontró que el sistema de parcelas pequeñas (0,84 m²) sirve para evaluar y tamizar grandes cantidades de material en lo que respecta al rendimiento, el peso de 100 semillas, días a madurez fisiológica y días a floración, utilizando cuatro replicaciones. Se obtiene así un ahorro del 77,76% del área sembrada, en comparación con la siembra en parcelas de seis sitios y tres replicaciones, disminuyendo de esta manera los costos de la investigación.

(*Phaseolus vulgaris* L.) F₅ LINES FROM INDIVIDUALS SELECTIONS OF VOLUBLE BEAN INTERCROPPED WITH MAIZE

Summary. A series of eight experiments were carried out at "La Selva" ICA's Experiment Station, located at Rionegro, Antioquia, Colombia at 2.100 m.s.n.m. between 1986 and 1987. The objective was to determine a new methodology for the evaluation of F₅ bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines in relay intercropped planted with maize (*Zea*

mays L.) It was found, for advanced lines, that one hill-plots (0,84 m²) were not useful for detecting significant differences, but for F₅ materials it was found that 4 replicates allowed to detect differences. The above result for F₅ lines will permit to save 77.8% of the area normally used in such works, i.e. by employing 6 hill plots and 3 replicates.

INTRODUCCION

El incremento en los costos de investigación y la necesidad de probar muchos tratamientos hacen que los mejoradores y administradores estén buscando constantemente formas para perfeccionar la eficiencia de un programa de investigación. Una de estas formas es a través del conocimiento más preciso de la muestra óptima o el tamaño de parcela necesario para llevar a cabo las metas deseadas.

El sistema de siembra más utilizado en los municipios con mayor producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo cargamanto (El Carmen de Viboral, Rionegro, San Vicente y Marinilla), situados en el oriente cercano del departamento, es el sistema de relevo con maíz.

Este sistema consiste en utilizar la caña de maíz como tutor del frijol sembrado cuando aquel ha alcanzado la madurez fisiológica. El maíz se siembra en cuadro a distancias de 0,90 a 1,20 metros. En la base de cada sitio de maíz, se siembra el frijol. Cuando el frijol ha subido unos 50 centímetros, la caña del maíz se dobla formando una especie de espaldera donde el frijol se termina de enredar (el sistema de relevo donde primero se siembra el maíz y a los 8 o 9 meses se siembra el frijol, demora entre 12 y 14 meses).

¹ Anteriormente estudiante de posgrado en Genética y Mejoramiento, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Actualmente, Apartado Aéreo 100 Rionegro, Antioquia, Colombia.

² Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, A.A. 14490, Bogotá.

Las labores de cultivo son manuales desde la preparación del terreno con azadón, hasta la cosecha vaina por vaina, por lo cual, los costos de producción son muy altos.

Dentro del proceso de mejoramiento del frijol voluble en el Centro Regional de Investigación, ICA "La Selva", los viveros que más área ocupan son las pruebas de progenies procedentes de selecciones individuales F₄. En estas pruebas la disponibilidad de semilla es poca (únicamente la aportada por una planta individual). El hecho de que parte de la semilla ocupe un surco de entre 6 a 10 sitios (dependiendo del área disponible) hace que estos viveros ocupen entre 6 y 8 m² por selección individual. Las selecciones individuales sembradas por año varían entre 500 y 1.500. Este gran volumen de progenies, los altos costos de manejo y la limitación de terrenos disponibles en la estación experimental, ha obligado a que estos viveros se siembren sin replicaciones. Este hecho implica que no se puede hacer análisis de varianza, y por lo tanto, la eliminación de algunas líneas por rendimiento puede estar, y de hecho está, influenciada por la posición que le correspondió dentro del lote. Es posible que una líneas hayan quedado en sectores inundables y no hayan podido manifestar su potencial. La eliminación de una progenie F₅ implica la pérdida de cinco años de trabajo (costos y progresos de investigación) debido a que en la zona sólo se siembra frijol una vez en el año.

Cada hectárea de investigación en frijol voluble en el sistema de relevo con maíz, tiene un costo de \$300.000 por año (costos del año 1987). Actualmente se siembran en promedio 1,5 hectáreas de viveros F₅. Se pretende por lo tanto, reducir el área sembrada y con ellos los costos de producción y obtener una mejor evaluación de los progenies F₅. Entonces se trata de encontrar cuántas replicaciones serían necesarias para que el análisis de varianza muestre diferencias entre los materiales sembrando parcelas de un sitio (0,84 m²).

En esta forma se reemplazaría el sistema de surcos sin replicaciones por el de sitios con replicaciones, se estaría más seguro en la elección o eliminación de un material y se utilizaría menos área y por lo tanto los cos-

tos serían menores.

Hasta el momento (1987) no se han encontrado estudios en frijol donde se use el sistema de un sitio como parcela en ensayos para tamizar grandes cantidades de líneas en ensayos de progenies. La literatura encontrada ha sido sobre estudios con avena, cebada, trigo, sorgo y soya.

Bonnett y Bever (1947), trabajaron con trigo y avena desde 1941 en Illinois. Frey (1965) trabajó en Iowa utilizando avena. Jellum, Brown y Seif (1963), trabajaron en ensayos preliminares de rendimiento de avena con la metodología de sitios y la metodología de surcos, durante dos años y dos localidades en Illinois. Ross y Miller (1955) iniciaron pruebas con avena y cebada desde 1952 en Kansas (USA) utilizando tres sistemas de siembra, parcelas compactas, surcos y sitios. Jensen y Robson (1969), en 1948 iniciaron pruebas con cereales en el sistema de sitios, con el fin de utilizar menor cantidad de semilla y reducir el área de siembra. Torrie (1962) trabajó con soya entre 1954 y 1957, con el propósito de comparar el comportamiento relativo de variedades de soya cuando se sembraron en surcos y cuando se sembraron en sitios.

En general los autores anteriores concluyeron que el método de siembra en sitios tiene las siguientes ventajas para pruebas de generaciones tempranas: (1) Se puede utilizar replicaciones en generaciones tempranas cuando el suministro de semilla es limitado. (2) Un gran número de tratamientos pueden ser evaluados. (3) El requerimiento de terreno es poco. (4) El tiempo empleado en siembra y cosecha es menor.

Le Clerg, Leonard y Andrew (1962), dicen que una disminución en el tamaño de las parcelas con un aumento en el número de replicaciones es una buena práctica para controlar la heterogeneidad del suelo. Kempthorne (1967), concluyó que una forma de disminuir las varianzas entre las medias de tratamientos es disminuyendo el tamaño de parcela y aumentando el número de replicaciones. Davis, Amézquita y Muñoz (1981), encontraron que no hay efecto de bordes entre surcos adyacentes pero sí en las cabezeras. Suescún y Arias (1982) determinaron que la forma de presentar el tutor de maíz

para el relevo no tiene efecto sobre los rendimientos del frijol.

MATERIALES Y METODOS

Localización. Los ensayos realizados para este estudio se efectuaron en el Centro Regional de Investigación, C.R.I. "La Selva", propiedad del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, ubicado en el municipio de Rionegro, Antioquia. El Centro se halla en una zona de bosque húmedo montano bajo (bh-mb) a 2.120 m.s.n.m.; con una temperatura media anual de 17°C, una humedad relativa de 78% y precipitación media anual de 1.850 mm. Las coordenadas son 6° 11'N, 75°23'W.

Suelos. El suelo es alto en materia orgánica (24,7%) y bajo en fósforo (5,2 ppm Bray II); su pH es 5,0, y tiene las siguientes cantidades de A1, Ca, Mg y K: 1,05; 4,48; 0,78 y 0,62 meq/100 g. Estos suelos están clasificados como typic dystrandept.

Ensayos realizados. En agosto de 1986 se sembraron cuatro ensayos, así:

1. Nueve líneas avanzadas más tres testigos comerciales, bajo un diseño de bloques completos al azar y cuatro repeticiones. El tamaño de parcela fue de un surco con seis sitios (5,07 m²).
2. Las mismas nueve líneas anteriores y los tres testigos pero sembrando un solo sitio por material, bajo un diseño de bloques completos al azar y 12 repeticiones. El tamaño de parcela fue un sitio (0,84 m²).
3. Veintisiete progenies F₅ procedentes de selección individual F₄ y tres testigos comerciales, bajo un diseño de bloques completos al azar y tres repeticiones. El tamaño de parcela fue de un surco con seis sitios (5,07 m²).
4. Las mismas 27 progenies y los tres testigos pero sembrando un sólo sitio por material, bajo un diseño de bloques completos al azar y 12 repeticiones. El tamaño de la parcela fue un sitio (0,84 m²).

En abril de 1987 se sembraron también cuatro ensayos con las mismas características de los llevados a cabo en 1986, pero reemplazando las 27 progenies por otras que fueran F₅ y que vinieran también de selección individual F₄.

Variables a medir. La elección o eliminación de una progenie se hace por rendimiento, sin embargo también se tomaron los datos sobre días a floración, días a madurez fisiológica, hábito de crecimiento y peso de 100 semillas.

Manejo agronómico. El manejo del lote se realizó según las prácticas culturales comunes en el oriente antioqueño. Así, se ara y rastrilla el terreno, luego se trazan los surcos a una distancia de 0,92 m, perpendiculares entre sí, de esta forma el terreno queda cuadrado. En los vértices de cada cuadro se sembraron cinco semillas de maíz ICA V.402 para ralea y dejar tres tallos por sitio. Antes de sembrar el maíz, se fertilizó con 200 kg/ha del abono compuesto 10-30-10. A los 30 días después de la siembra, se aplicaron 100 kg/ha de urea (46% de N). A los 45 días después de la siembra se hizo el aporque manualmente.

Antes de la siembra del frijol se aplicó el herbicida glifosato en una dosis de 6 l/ha de producto comercial, para facilitar el abono y siembra. La fertilización para el frijol se hizo con 200 kg/ha del abono compuesto 10-30-10, más 2 ton/ha del abono orgánico llamado gallinaza.

Para el control fitosanitario se aplicó clorothalonil cada 15 días, en la dosis de 2,5 cc/l y cuando la población de insectos aumentó, entonces se aplicó diazinon en la dosis de 2 cm³/l. El frijol se mantuvo limpio por medio de desyerbas manuales con azadón. Las guías que el frijol emitía durante su crecimiento se enredaron manualmente sobre su misma parcela para evitar la mezcla entre las diferentes parcelas.

Análisis estadístico. Se utilizó el PROC ANOVA del sistema de computación para análisis de datos SAS (Statistical Analysis System) para realizar los siguientes análisis de varianzas:

Para los ensayos sembrados en el sistema tradicional de surcos, se realizó el análisis de varianzas para cada ensayo y la prueba de rango múltiple de Duncan para las variables rendimiento, días a floración, días a maduración y peso de 100 semillas. Para los dos ensayos sobre líneas avanzadas sembrados en el sistema de surcos en 1986 y 1987, también se realizó el análisis de varianzas combinado.

Para los ensayos sembrados en el sistema nuevo propuesto de sitios, se realizaron dos tipos de análisis:

Teniendo como población las 12 repeticiones, se tomaron aleatoriamente 50 muestras que incluyeron dos repeticiones y se realizaron los respectivos 50 análisis de varianza y así sucesivamente se siguieron tomando 50 muestras para hacer los análisis de varianza, con 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 repeticiones, respectivamente, en cada ensayo y en cada semestre.

Se hicieron análisis de varianza para muestras fijas a través del terreno para rendimiento, en cada uno de los cuatro ensayos donde la parcela era un sitio, tomando 3, 4, 5, 6, 7 y 8 repeticiones, respectivamente, y de acuerdo a la siguiente distribución por el lote para que la primera replicación utilizada en una muestra, no fuera utilizada en la siguiente:

Para 3 repeticiones,				
muestra 1:	replicaciones	1	2	3
muestra 2:	replicaciones	2	3	4
muestra 3:	replicaciones	3	4	5
muestra 4:	replicaciones	4	5	6
muestra 5:	replicaciones	5	6	7
muestra 6:	replicaciones	6	7	8
muestra 7:	replicaciones	7	8	9
muestra 8:	replicaciones	8	9	10
muestra 9:	replicaciones	9	10	11
muestra 10:	replicaciones	10	11	12

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayos de líneas avanzadas sembrado en 1986 en surcos con cuatro repeticiones. Hubo diferencias altamente significativas entre las 12 líneas sembradas para las variables, días a floración, días a madurez fisiológica, peso de 100 semillas y rendimiento de grano.

Ensayo de líneas avanzadas sembrado en 1987 en surcos con cuatro repeticiones. Hubo diferencias altamente significativas entre las 12 líneas sembradas para las variables, días a floración, días a madurez fisiológica y peso de 100 semillas, pero no hubo diferencias entre el rendimiento de estas líneas. El hecho de no presentarse diferencias entre las líneas para rendimiento no es sorprendente porque son líneas de muy buen

comportamiento en años anteriores y cuando las condiciones ambientales son favorables el desempeño es muy similar.

Análisis combinado de los ensayos de líneas avanzadas sembrados en 1986 y 1987. El análisis combinado para los dos ensayos con líneas avanzadas con cuatro repeticiones, sembrados en 1986 y 1987, mostró los siguientes resultados (Cuadro 1).

Días a floración. Hubo diferencia altamente significativa entre las líneas para los dos semestres. Sin embargo, la interacción semestre x líneas, fue altamente significativa. Este resultado nos está indicando que los días a floración cada semestre dependen del genotipo. Así, la variedad Frijolica LS-3.3 y la línea LAS 139 fueron estables en los dos semestres, mientras que las diez líneas restantes no tuvieron un comportamiento definido, presentándose así la interacción. Es necesario entonces estudiar el comportamiento de las líneas futuras en los dos semestres antes de hacer una recomendación respecto a la variable días a floración.

Días a madurez fisiológica. En promedio no hubo diferencia entre los dos semestres, y las líneas alcanzaron la madurez fisiológica en tiempos muy similares, 147 y 146 días para 1986 y 1987, respectivamente. Hubo interacción altamente significativa para semestre x líneas. La variedad Frijolica LS-3.3 tuvo un comportamiento estable, también las líneas LAS 74 y LAS 181. Las otras nueve líneas no tuvieron un patrón definido entre los dos semestres.

Esas líneas llegan a la madurez fisiológica dependiendo del semestre. Este resultado es muy importante tenerlo en cuenta porque hay líneas que siendo precoces en un semestre, serán tardías en el otro y viceversa.

Peso de 100 semillas. No hubo influencia del semestre, ni tampoco hubo interacción semestre x líneas. Este resultado nos indica que el peso de 100 semillas para cada línea es una característica muy estable.

Rendimiento. Hubo diferencias entre años para esta variable al nivel del 5% de significancia. En promedio las líneas rindieron más en 1987 que en 1986. Además hubo interacción significativa semestre x líneas. Este resultado nos muestra que hay líneas como Frijolica LS-3.3, LAS 112 e ICA-Viboral que

Cuadro 1. Análisis de varianza combinado para días a floración, días a madurez fisiológica, peso de 100 semillas y rendimiento de grano, de los ensayos con líneas avanzadas sembrados en surcos en 1986 y 1987.

Fuente de Variación	Y1		Y2		Y3		Y4	
	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.
Semestre	1	3360,67**	1	36,26NS	1	0,32NS	3	2579761,69*
Replicación (semestre)	6	11,44	6	73,16	6	38,22	6	331490,50
Líneas avanzadas	11	143,49**	11	402,37**	11	2083,07**	11	613705,45**
Semestre x líneas avanzadas	11	74,96**	11	100,62**	11	7,57NS	11	342003,36*
Error	66	10,46	66	24,62	66	7,41	66	138473,35
Total	95		95		95		95	
C.V. (%)		4,27		3,39		4,84		16,26

Y1: Días a floración	G.L.:	Grados de libertad
Y2: Días a madurez fisiológica	C.M.:	Cuadrado medio
Y3: Peso de 100 semillas	N.S.:	No significativo
Y4: Rendimiento de grano	*	Significativo con P = 0,05
	**	Significativo con P = 0,01

rindieron más en 1986 y otras como LAS 74 y LAS 231 que rindieron más en 1987. Mientras que LAS 139 fue estable en los dos semestres. Por lo tanto, es necesario determinar las líneas con comportamiento estable, de lo contrario será necesario informar el comportamiento de cada línea en una época de siembra específica.

Análisis de siembra en sitios - líneas avanzadas.

Estudio en 50 muestras tomadas aleatoriamente en 1986 y 1987.

De acuerdo a los resultados obtenidos, dos replicaciones con parcela de un sitio son suficientes para obtener resultados confiables para encontrar diferencias altamente significativas entre las líneas para la variable peso de 100 semillas.

Para la variable días a floración se requiere de tres replicaciones con parcela de un sitio para encontrar diferencias significativas entre las líneas. Con cuatro replicaciones utilizando parcelas de un sitio se obtienen diferencias altamente significativas entre las líneas para las variables días a floración y días a madurez fisiológica.

Cinco replicaciones con parcelas de un sitio fueron suficientes para encontrar dife-

rencias significativas para rendimiento entre las líneas en 1986, pero no en 1987. Es importante recordar que en 1987 no hubo diferencia entre los rendimientos de las líneas avanzadas. Con seis replicaciones y parcelas de un sitio se encuentran diferencias altamente significativas entre el rendimiento de las líneas en 1986, pero no en 1987. Con siete replicaciones con parcelas de un sitio se encuentran diferencias significativas entre los rendimientos de las líneas en 1987.

Estudios con muestras planeadas en sitios (1986 y 1987).

En 1986 únicamente se requirieron cuatro replicaciones con parcelas de un sitio para encontrar diferencias significativas entre el rendimiento de las líneas, mientras que en 1987 fue necesario tomar seis replicaciones para obtener igual resultado.

De los resultados anteriores es importante resaltar que la variable más difícil de manejar es el rendimiento, pero ello no es sorprendente porque el grupo de líneas utilizado es muy homogéneo y de alto rendimiento por lo cual es necesario tener hasta siete replicaciones con parcelas de un sitio (5,92 m²) para encontrar los mismos resultados encontrados en la siembra en surcos con parcelas

de seis sitios y cuatro replicaciones, ó sea parcelas de 20,31 m². Sin embargo los coeficientes de variación para sitios son muy altos, por lo que los resultados no serían muy confiables a pesar de que ahorra el 70,85% de área sembrada.

Las líneas con mayores rendimientos en el sistema de surcos también están entre las mejores cuando se siembran en parcelas de un sitio.

Ensayo de progenies F₅ sembrado en surcos.

En 1986 hubo diferencias altamente significativas entre las 30 progenies sembradas para las variables, días a madurez fisiológica, peso de 100 semillas y rendimiento de grano, y en 1987 para las variables, días de floración, días a madurez fisiológica, peso de 100 semillas y rendimiento de grano.

Análisis de la siembra en sitios (Progenies F₅)

Estudio con 50 muestras tomadas aleatoriamente en 1986 y 1987. De acuerdo a los resultados obtenidos, dos replicaciones con parcela de un sitio se encuentran diferencias altamente significativas entre los progenies F₅ para días a madurez fisiológica y peso de 100 semillas tanto en 1986 como en 1987. Con esas tres replicaciones también se encontró diferencias entre las progenies F₅ para rendimiento. Cuatro replicaciones con parcelas de un sitio fueron suficientes para encontrar diferencias altamente significativas entre las progenies F₅ para la variable rendimiento tanto en 1986 como en 1987.

Las progenies F₅ obtuvieron la floración en un tiempo muy similar en 1986 como en 1987, por lo cual se requieren cinco replicaciones con parcelas de un sitio para encontrar diferencias con $P = 0,1$.

Estudio con muestras planeadas (1986 y 1987). Tanto en 1986 como en 1987 únicamente se requirieron tres replicaciones para encontrar diferencias significativas con $P = 0,05$ para rendimiento entre las progenies F₅ y con cuatro replicaciones se encuentran diferencias altamente significativas para todas las muestras planeadas.

De los resultados anteriores es importante resaltar que debido a mayor variabilidad entre las progenies F₅ que entre las líneas avanzadas, se requieren cuatro replicaciones con parcelas de un sitio (3,39 m²) para obte-

ner los mismos resultados encontrados cuando se utilizó la parcela de seis sitios y tres replicaciones (15,24 m²). Se ahorra así el 77,76 por ciento del área sembrada con estos ensayos de progenies F₅ y por lo tanto se disminuyen los costos.

Análisis global para coeficientes de variación.

Para las líneas avanzadas sembradas en parcelas de un sitio, los coeficientes de variación fueron mayores que para la siembra en surcos, lo cual está de acuerdo con los resultados encontrados para avena, trigo, cebada y soya, citados en la revisión de literatura. Pero a medida que se van aumentando las replicaciones para el sistema de sitios, el coeficiente de variación mínimo va aumentando y el máximo disminuyendo, buscando un punto central tanto en las muestras tomadas aleatoriamente como en las muestras planeadas. Para rendimiento, la discrepancia entre el coeficiente de variación en surcos y el coeficiente de variación en sitios es muy marcada. Este resultado nos lleva a concluir que para las líneas avanzadas que son muy similares en su comportamiento se debe utilizar el sistema de surcos con parcelas grandes para evaluarlas (Cuadro 2).

El comportamiento del coeficiente de variación para las progenies F₅ sembradas en surcos y en sitios siguió una tendencia similar a la encontrada para las líneas avanzadas, pero con una diferencia muy importante, que la discrepancia entre los coeficientes de variación en surcos y en sitios, no es tan marcada como para las líneas avanzadas. Teniendo en cuenta que los ensayos de progenies F₅ se siembran con el objeto de tamizar grandes cantidades de material heterogéneo, un coeficiente de variación de 35 por ciento es muy aceptable (Cuadro 3).

Teniendo en cuenta las condiciones bajo las cuales se realizó el anterior estudio, se pudo concluir y recomendar:

Las líneas avanzadas florecieron más temprano en el primer semestre de 1987 que en el segundo semestre de 1986. Hubo interacción semestre x líneas para la variable días a floración, lo cual está indicando que los días a floración de cada semestre dependen del genotipo, aunque hubo dos líneas con igual comportamiento en los dos semestres. Se deben estudiar las líneas en los dos semes-

Cuadro 2. Coeficientes de variación para las variables días a floración, días a madurez fisiológica, peso de 100 semillas y rendimiento de grano en los dos ensayos con líneas avanzadas sembrados en surcos en 1986 y 1987 y para el análisis combinado de esos ensayos. También se presentan los coeficientes de variación mínimo y máximo para el análisis de varianza con muestras tomadas aleatoriamente y con muestras planeadas para rendimiento en las siembras en sitios con líneas avanzadas en 1986 y 1987 hasta el número de replicaciones donde se encontró significancia en las muestras.

Variable	Año	Sistema de Surcos	Coeficiente de Variación						
			2 rep. ^a	3 rep.	4 rep.	5 rep.	6 rep.	7 rep.	
Días a floración	86	3,47	1,68- 3,75	2,08- 3,57	2,08- 3,44				
	87	5,14	3,78-11,23	3,65- 8,92					
	86-87	4,30							
Días a madurez fisiológica	86	2,96	1,31- 4,42	2,00- 4,48	2,48- 4,25				
	87	3,78	2,23- 7,46	3,00- 7,00	3,54- 6,27				
	86-87	3,40							
Peso de 100 semillas	86	3,30	4,46-11,73						
	87	6,00	3,32-12,00						
	86-87	4,80							
Rendimiento de grano	86	11,17	17,38-45,52	12,33-43,87	17,04-38,65	19,30-37,00	18,90-31,63		
	87	19,16	20,31-44,95	27,88-43,51	23,96-40,56	27,86-38,46	28,90-38,82	28,55-37,99	
	86-87	16,26							
Rendimiento para muestras planeadas	86		12,33-41,18	19,60-34,40	21,19-30,73				
	87		26,10-43,28	28,93-39,94	30,97-37,04	31,44-34,95			

^a Coeficientes de variación mínimo y máximo para 50 muestras tomadas aleatoriamente con dos replicaciones, luego tres replicaciones y así sucesivamente, hasta 50 muestras aleatorias con siete replicaciones.

Cuadro 3. Coeficientes de variación para las variables días a floración, días a madurez fisiológica, peso de 100 semillas y rendimiento de grano en los dos ensayos con progenies F_5 sembrados en surcos en 1986 y 1987. También se presentan los coeficientes de variación mínimo y máximo para los análisis de varianza con muestras tomadas aleatoriamente y con muestras planeadas para rendimiento en las siembras en sitios con progenies F_5 en 1986 y 1987 hasta el número de replicaciones donde se encontró significancia en todas las muestras.

Variable	Año	Sistema de Surcos	Coeficientes de Variación			
			Sistema de Sitios			
			2 rep.	3 rep.	4 rep.	5 rep.
Días a floración	86	5,96	1,98- 4,83	2,38- 5,26	2,70- 4,72	2,75- 4,49
	87	6,71	5,82-20,77	7,31-17,43	7,37-15,50	7,55-14,61
Días a madurez fisiológica	86	4,33	2,61- 5,09	3,06- 4,50		
	87	3,66	3,66- 7,30			
Peso de 100 semillas	86	5,21	7,07-11,96	7,80-11,52		
	87	7,38	7,67-11,95			
Rendimiento de grano	86	24,60	17,29-34,62	20,21-37,45	19,56-33,29	
	87	28,88	26,76-43,12	28,21-39,49	29,00-38,56	
Rendimiento con muestras planeadas	86			20,38-37,45	21,00-31,99	
	87			28,76-37,62	29,88-36,65	

^a Coeficientes de variación mínimo y máximo para 50 muestras tomadas aleatoriamente con dos replicaciones luego con tres replicaciones y así sucesivamente, hasta 50 muestras aleatorias con cinco replicaciones.

tres del año, antes de hacer alguna recomendación.

Las líneas avanzadas alcanzaron la madurez fisiológica en tiempo similar para los dos semestres. Hubo interacción semestre x líneas para la variable madurez fisiológica, entonces hubo líneas que fueron precoces en un semestre pero tardías en el otro y viceversa. El peso de 100 semillas fue una característica muy estable para los dos semestres.

Las líneas avanzadas rindieron más en el primer semestre de 1987 que en el segundo de 1986. Hubo interacción semestres x líneas para la variable rendimiento de grano, lo que nos obliga a estudiar el comportamiento de las líneas en los dos semestres para buscar aquellas que tengan un comportamiento estable.

La siembra de líneas avanzadas en parcelas de un sitio no es recomendable porque se requiere de muchas replicaciones para detectar diferencia entre ellas, debido a que esas líneas avanzadas han sido seleccionadas por su buen desempeño en años anteriores, y para encontrar diferencias entre ellas, espe-

cialmente en rendimiento, es necesario tener parcelas más grandes.

Para progenies F_5 donde el material es muy variable, únicamente se requiere de cuatro replicaciones con parcelas de un sitio (0,84 m²), para encontrar diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Se obtiene así información sobre el análisis de varianza para rendimiento, peso de 100 semillas, días a madurez fisiológica y días a floración. El ahorro con este nuevo sistema propuesto y comprobado, es de 77,76 por ciento del área requerida para encontrar los mismos resultados en ensayos con tres replicaciones y parcelas de 15,24 m². Se obtiene así un ahorro importante en los costos de la investigación.

LITERATURA CITADA

1. Bonnett, O.T. y Bever. 1947. Head-hill method of planting head selections of small grains. Jour. Amer. Soc. Agron, 39: 442-445.
2. Davis, J.H.C., M.C. Amézquita y J.E. Muñoz. 1981. Border effects and optimum plot sizes for climbing beans (*Phaseolus vulgaris*) and

- maize in association and monoculture. *Expl. Agric.* 17: 127-135.
3. Frey, K.J. 1965. The utility of hill plots in oat research. *Euphytica* 14: 196-208.
 4. Jellum, M.D., C.M. Brown y R.D. Seif, 1963. Hill and row plot comparison for yields of oats. *Crop. Sci.* 3: 194-196.
 5. Jensen, N.F. y D.S. Robson, 1969. Miniature plots for cereal testing. *Crop. Sci.* 9: 288-289.
 6. Kempthorne, O. 1967. *The Design and Analysis of Experiments*, John Wiley and Sons, Inc, New York, 631 p.
 7. Le Clerg, E.L., W.H. Leonard y C. Andrew, 1962. *The field plot technique*. Second Edition Burgess, pub. co. Mineapolis. p. 105-128.
 8. Ross, W.M. y J.D. Miller, 1955. A comparison of hill and conventional yield tests using oats and spring barley. *Agron. J.* 253-255.
 9. Suescún, J. y F. Arias, 1982. Evaluación de la producción de frijol voluble (ICA-Viboral) en relación con el sistema de tutoraje de maíz empleado. En Arias, J. ed, 2a. Reunión Anual del Programa de Cultivos Múltiples, Málaga, Colombia. Trabajos presentados, Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, pp: 28-41.
 10. Torrie, J.H. 1962. Comparison of hills and rows for evaluating soybean strains. *Crop. Sci.* 2: 47-49.