Rev. Fitotec. Mex. 17:194-203. 1994

SELECCION POR TAMAÑO DE SEMILLA DENTRO DE FAMILIAS MASIVAS F_3 DE TRIGO

SELECTION BY SEED SIZE WITHIN F_3 BULK FAMILIES OF WHEAT

Ignacio Benítez Riquelme[1]

RESUMEN

Con el propósito de conocer bajo condiciones limitantes de humedad, la eficiencia del método de selección de familias masivas F_3 (FMF_3) para mejorar el tamaño de semilla en poblaciones segregantes de trigo, se practicaron tres ciclos de cribado de semilla grande, durante el avance masivo de cada una de las familias F_3 derivadas de plantas F_2, hasta obtener la generación F_6. Con base en caracteres de semilla y rendimiento de grano, se encontró para el promedio de tres ambientes de prueba, que la selección de FMF_3 fue eficiente para fijar el tamaño de semilla grande desde la primera generación de cribado. Los avances genéticos totales fueron de 23.34 y 11.82% para peso y volumen de 1000 semillas, de 14.43% para peso hectolítrico y 18.9% para rendimiento de grano. De esos avances el 11.5, 11.0, 15.8 y 13.8%, fueron fijados en la primera generación de selección para los mismos caracteres, respectivamente. De manera complementaria, la selección de FMF_3, permitió mantener variación significativa entre familias dentro de cada generación de selección, obteniéndose con ello, ganancia adicional por selección entre familias para los caracteres arriba citados. El mayor tamaño de semilla fue motivado por una mayor frecuencia de semillas grandes y no por semillas cada vez más grandes.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Triticum aestivum L., tamaño de semilla, respuesta a la selección, familias masivas, cribado de semilla.

SUMMARY

In order to know the efficiency of the bulk F_3 family selection (FMF_3) to improve seed size in a segregating population of wheat, three cycles of screening for larger seed were practiced during the bulk advance of the F_3 families derived from F_2 plants until the F_6 generation. The generacional advance of bulked families from F_3 to F_6 was conducted under droughted conditions. Average of three environments, and based on seed size and grain yield, it was observed that seed size was fixed since the first generation of screening. The selection response was of 23.34 and 11.82% for seed weight and the volume of 1000 seeds, respectively; of 14.43% for hectoliter weight, and 18.9% for grain yield. The genetic advance of the first generation of screening was 11.5, 11.0, 15.8 and 13.8% for the same characters, respectively. The FMF_3 method was efficient in maintaining significant variation among families in each generation of selection, allowing for additional gains through family selection. The genetic advance in seed size was based on a higher frecuency of larger seeds, but not on increased seed size.

ADDITONAL INDEX WORDS

Triticum aestivum L., seed size, selection response, bulk families, seed screenig.

INTRODUCCION

En teoría, la selección de familias masivas F_3 (FMF_3) es un método intermedio en eficiencia entre el de pedigrí y el de cruzas masivas para identificar genotipos superiores en poblaciones segregantes de especies autógamas; y es recomendable cuando la disponibilidad de recursos físicos y económicos es limitada (Márquez, 1987). En este método, cada familia F_3 derivada de plantas F_2, es cosechada masivamente en cada generación hasta llegar a homocigosis, en donde tiene lugar la selección entre y dentro de familias para derivar líneas homocigóticas,

[1] Centro de Genética, Colegio de Postgraduados, CP 56230, Montecillo, México.

para su evaluación posterior en ensayos de rendimiento (Frey, 1954). Bajo este procedimiento, tanto la varianza genética entre como dentro de familias es mantenida hasta la generación de derivación de líneas.

Por sus características teóricas y de manejo, el uso de FMF_3 podría resultar ventajoso en programas de selección de plantas autógamas cultivadas en la estación de lluvias, particularmente en aquéllas con precipitación escasa (<500 mm); ya que es en estas condiciones donde normalmente se requiere el mantenimiento de la varianza genética durante el proceso de selección, generalmente con escasos recursos.

En programas de mejoramiento genético para trigo de temporal, una de las componentes principales del rendimiento de grano más favorecidos en forma natural durante el avance generacional es el número de semillas antes que el tamaño de la misma (Segovia *et al.*, 1991). Lo anterior es debido a que bajo condiciones limitantes de humedad, las semillas pequeñas completan más rápido el proceso de imbibición que las semillas grandes (Shieh y McDonald, 1982) confiriendo ventaja a las plántulas derivadas de éstas por la iniciación temprana de la germinación. Es necesario compensar la tendencia de la selección natural hacia semilla chica en ambientes de temporal, para mantener un tamaño adecuado de semilla comercial e industrial (uso de harinas refinadas).

Para condiciones no limitantes de humedad, en la definición del tamaño de semilla, normalmente se aconseja que ésta debe ser grande, ya que se asocia a plántulas y plantas más vigorosas, de mayor capacidad de emergencia en siembras profundas, de producción de espigas tempranas y de mayor fertilidad tanto de espigas como de espiguillas por espiga (Wood *et al.*, 1977).

Se han realizado trabajos para medir la eficiencia de la selección por tamaño de semilla, considerando su condición de componente principal y mayor heredabilidad que el rendimiento de grano en cultivos como soya (Fehr y Weber, 1968), avena (Frey, 1962, 1967; Jiménez *et al.*, 1985), sorgo (Voigt *et al.*, 1966) y trigo (Knott y Tulukdar, 1971), encontrándose en la mayoría respuesta positiva y significativa, particularmente con la selección masal y cruzas masivas. Entre las técnicas más comunes para descartar semilla chica en generaciones segregantes destacan los métodos de cribado (Fehr y Weber, 1968; Jiménez *et al.*, 1985), uso de ventiladores (Jiménez *et al.*, 1985) y soluciones densas o agua para métodos gravimétricos (Fehr y Weber, 1968; Knott y Tulukdar, 1971; Jiménez *et al.*, 1985).

Para adecuar la selección por tamaño de semilla grande al método de FMF_3, ésta podría realizarse durante la cosecha masiva de cada familia, cribando la semilla y usándola como progenitor de la siguiente generación filial. De esta forma, la selección sería sólo dentro de familias; manteniéndose con ello el número total de familias derivadas en F_3 hasta generaciones avanzadas. Con base en lo anterior, el objetivo fue medir la respuesta a la selección por tamaño de semilla grande dentro de familias masivas F_3 de trigo, sembradas en ambientes limitantes de humedad.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en una población compuesta de 28 cruzas F_2 de trigo (*Triticum aestivum* L.) formada por Benítez y Molina (1983), de la cual en la estación de cultivo de verano de 1985, se tomaron al azar 30 plantas F_2 con competencia completa para derivar 30 familias F_3. Estas fueron

sembradas en el verano de 1986 bajo temporal en Tecámac, México (400 mm de precipitación durante la estación de cultivo) en progenie o familia por parcela de seis surcos de 2.1 m separados a 30 cm. A la madurez fisiológica, cada progenie de los cuatro surcos centrales fue cosechada masivamente excluyendo 10 cm de cada extremo del surco y cribada en malla de 9/64" de diámetro. La semilla retenida se usó como progenitor para continuar la selección en la estación de cultivo de invierno-primavera de 1987, bajo condiciones de riego, limitando éste a las etapas de siembra, floración y llenado de grano. El proceso se repitió hasta obtener la generación F_6 en el ciclo agrícola de temporal del verano de 1988, en Tecámac, México. En cada generación de cosecha masiva se tomó una muestra antes del cribado de aproximadamente 1/4 de lo cosechado para evaluación del avance logrado por la selección, denominándose ciclo de selección cero (C_0) al compuesto obtenido con la cosecha masiva F_3, C_1, C_2 y C_3 al de la cosecha masiva F_4, F_5 y F_6, respectivamente.

Los compuestos C_0 de las 30 FMF_3 originales, más los tres correspondientes al avance recurrente dentro de cada familia masiva y un testigo, México M82 (variedad para temporal de semilla grande), se establecieron en un ensayo de rendimiento bajo un diseño de bloques al azar con dos repeticiones en tres ambientes: Tecámac, México (T1) en el verano de 1989 con 350 mm de precipitación durante el desarrollo del cultivo; Montecillo, México (M1) en la misma estación de cultivo que T1 con 520 mm de precipitación y Montecillo, México (M2) en el ciclo de cultivo invierno-primavera de 1990 bajo condiciones de riego, limitando éste a las etapas de siembra, floración y llenado de grano. Para los tres ambientes, el tamaño de parcela fue de dos surcos de 2.1 m distanciados a 30 cm y la fertilización de 100-60-0. En M1 y M2 la densidad de siembra usada fue de 120 kg ha^{-1} de semilla (300 plantas m^{-2}) y en T1 las plantas se espaciaron a 10 cm (36 plantas m^{-2}).

En cada parcela se midieron los caracteres altura de planta (AP) en cm, longitud de espiga (LE) en cm, espiguillas por espiga (EE), días a floración (DF), peso de 1000 semillas (PMS) en g, volumen de 1000 semillas (VMS) en cm^3, número de semillas por gramo (NSG) y peso hectolítrico (PH) en g cm^{-3}. Además, en T1 se cuantificó el peso de grano por planta (PGP) en g y en M1 y M2, el peso de grano de la unidad experimental (R) en g. En laboratorio, el PMS proveniente de la localidad M1, se clasificó en tres tamaños de semilla: grande (diámetro mayor a 9/64"), mediana (diámetro mayor a 8.5/64") y pequeña (diámetro menor a 8.5/64"). Dentro de cada categoría se cuantificó el número de semillas (NS), peso de semillas (PS) en g, volúmen de semillas (VS) en cm^3, número de semillas por gramo (SG) y peso hectolítrico (PH).

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza sin incluir al testigo, primero en forma combinada para los caracteres comunes a dos y tres ambientes y posteriormente por ambiente en los caracteres medidos en una sola localidad. En cada caso la fuente de variación compuestos (total de 120), se fraccionó en generaciones de selección (F_3 a F_6) y familias dentro de cada generación filial. La comparación de medias de caracteres fue con base a la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), la que fue aplicada únicamente para estas dos últimas fuentes de variación. Finalmente, la respuesta a la selección se obtuvo con la regresión lineal simple del valor medio del carácter sobre los ciclos de selección y se expresó en porciento respecto a C_0, esto para el total de familias y dentro de cada FMF_3.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los análisis de varianza y puebas de F (Cuadro 1) mostraron diferencias estadísticas al menos al 5% de probabilidad, entre ambientes de evaluación para la mayoría de los caracteres medidos, excluyendo a los de espiga. Esas diferencias son explicables por la inclusión en la fuente de variación de ambientes, a diferentes estaciones de cultivo, la de invierno-primavera y verano-otoño y años y niveles de humedad, esto último con un máximo de 520 mm de precipitación en el ambiente M1 y un mínimo de 350 mm en T1. La interacción compuestos por ambiente fue significativa para caracteres de semilla tales como peso y volúmen de 1000 semillas, número de semillas por gramo, además de rendimiento de grano; lo cual señala que los compuestos que expresan mejor estos caracteres en un ambiente específico, no lo serán en los otros ambientes. No obstante, como el interés fue explorar la técnica de FMF_3, para producir una respuesta bajo diferentes condiciones de precipitación escasa, el promedio de ambiente podría darnos ese indicativo, sobre el entendido de que en algunos ambientes específicos de los aquí involucrados, se estaría sobre o subestimando la respuesta a la selección si la hubiera. Los coeficientes de variación, los cuales resultan ser un indicador de la calidad de la técnica experimental, fueron aceptables para todos los caracteres, de acuerdo a lo que es usual en este tipo de experimentos.

Al fraccionar la fuente de variación de compuestos, en generaciones de selección y familias dentro de generaciones de selección (Cuadro 1), se encontró en el primer caso, que con excepción del peso hectolítrico,

Cuadro 1. Significancia de cuadrados medios en el análisis de varianza de FMF_3 de trigo para 10 caracteres, sin incluir el testigo (Montecillo, 1990).

Fuente	g.l	AP	LE	EE	DF	PMS	VMS	NSG	PH	PGP[1]	R^2
Ambiente	2	*	NS	NS	**	**	**	**	*	—	**
Rep/Amb	3										
Compuesto	119										
Generaciones	3	**	NS	NS	NS	**	*	**	NS	*	**
Fam/Gen	116										
Fam/Gen 3	29					**	**	**	*	**	**
Fam/Gen 4	29					*	*	*	*	*	**
Fam/Gen 5	29					*	NS	*		*	*
Fam/Gen 6	29					**	*	*	*	*	*
Comp.x Amb.	238	**	NS	NS	NS	**	**	*	NS	—	**
Residual	357	25.9	0.58	2.80	11.7	1.20	27.2	21.5	0.01	5.27	6099.6
Total	719										
C.V.(%)		6.3	7.3	9.0	4.7	4.3	11.6	11.9	17.2	25.5	26.0

*, ** Significativo al 5 y 1%, respectivamente. NS. No significativo.

[1] Evaluado en T1; [2] Evaluado en M1 y M2.

todos los caracteres de semilla fueron modificados significativamente con la técnica de selección a través de las generaciones masivas. De manera complementaria, lo mismo ocurrió con el peso de grano por planta, rendimiento de grano por parcela y altura de planta, mientras que no se observaron diferencias en los caracteres de espiga y de días a floración.

Cuantificando los cambios señalados a través de las generaciones, prácticamente todos ellos fueron en favor de la selección, aunque no todos significativos (Cuadro 2). Partiendo del peso y volúmen de mil semillas, como una medida del tamaño de semilla, el primero respondió a la selección más rápido que el segundo, con cambios más fuertes en ambas características entre la generación F_3 y F_4 (16.6 y 6.4%, respectivamente); posterior a F_4, aunque la tendencia siguió siendo positiva, el efecto de la selección sobre ellos fue mínimo. Este comportamiento se reflejó de manera directa en el peso hectolítrico, peso de grano por planta y rendimiento de grano, los cuales aumentaron de F_3 a F_4 en un 11.5, 11.0 y 15.8%, respectivamente; y de F_4 a F_6 en sólo 4, 0 y 4.1%, para los mismos caracteres. Estos resultados parecen indicar que el tamaño de semilla es un carácter que se puede fijar rápidamente en las primeras generaciones segregantes, ya que bastó una sola generación de cribado para afectarlo y fijarlo en el sentido deseado. Lo señalado arriba, con sus reservas, podría explicar el porqué en programas de mejoramiento genético para áreas de temporal, si no se tiene cuidado desde generaciones tempranas en la elección de segregantes con tamaño de semilla grande o el deseado, la selección natural actuará en favor del tamaño de semilla pequeña y del mayor número de semillas por planta o espiga (Shieh y McDonald, 1982; Segovia *et al.*, 1991), el

Cuadro 2. Cambios en la media de caracteres por efecto de la selección por tamaño de semilla grande en el promedio de las 30 FMF_3 de trigo a través de las generaciones en el promedio de ambientes. Montecillo y Tecámac, Méx.

Carácter	Generaciones masivas				DMSH (%)
	$C_0(F_3)$	$C_1(F_4)$	$C_2(F_5)$	$C_3(F_6)$	
AP (cm)	78.1	79.2	82.3*	84.0*	3.6
LE (cm)	9.8	10.8	10.6	10.9	1.2
EE	18.5	18.6	18.7	18.6	1.1
DF (días)	71.7	72.5	72.1	72.6	2.4
PMS (g)	22.1	25.7*	26.4*	27.6*	2.8
VMS (cm^3)	42.4	45.1	44.6	46.0*	3.1
NSG	45.3	38.9*	37.9*	36.2*	6.2
PH ($g\ cm^{-3}$)	0.52	0.57	0.59	0.6	0.1
PGP (g)[1]	8.5	9.4*	8.7	9.2*	0.7
R (g)[2]	257.8	293.4	289.9*	301.9*	41.2

* Significativo al 5%, respecto a la media de $C_0(F_3)$.

[1] Promedio de la localidad T1; [2] Promedio de dos localidades M1 y M2.

cual una vez fijado en las primeras generaciones, sería difícil revertirlo en generaciones avanzadas, en donde normalmente la elección de líneas es por rendimiento, tipo y forma de semilla. Si bien es cierto que el tamaño de semilla es fácilmente manipulable con prácticas culturales, y quizá por ello no se le da importancia en programas de mejoramiento genético; para áreas de temporal, donde esas prácticas son limitantes (agua, alta fertilización, baja densidad, etc.), sería conveniente cuando menos asegurar genéticamente un tamaño de semilla comercial y/o industrial. Esto, de acuerdo a los resultados obtenidos, podría lograrse con la técnica de cribado en generaciones tempranas con el método FMF_3.

Las ganancias totales en los 10 caracteres por efecto de la selección dentro de FMF_3 para tamaño de semilla grande, en promedio de las 30 FMF_3, se presentan en el Cuadro 3. El cribado de semilla después de tres generaciones de autofecundación permitió obtener una ganancia de 23.34 y 11.82% en el peso y volúmen de 1000 semillas, respectivamente; lo que a su vez redujo en un 18.63% el número de semillas por gramo, al pasar de 45.3 a 36.8 semillas, de F_3 a F_6. Es decir, además de obtenerse semillas más grandes, éstas fueron más pesadas (0.52 a 0.61 de peso hectolítrico) y por lo tanto es de esperarse mayor rendimiento harinero.

El aumento en el tamaño de semilla, a través del aumento en el peso unitario de la misma, repercutió positiva y significativamente en el rendimiento de grano debido a que aquél es componente principal de éste junto con el número de semillas por m^2. Este resultado, sumado a la rápida fijación del tamaño de semilla en generaciones

Cuadro 3. Coeficientes de regresión (Bi), avance genético total (AG) y valores ajustados por regresión de los diez caracteres medidos en el promedio de las 30 FMF_3 para la generación (F_6)(A) y en el 10% de FMF_3 de mayor respuesta (B) para tamaño de semilla grande y su contraste con el testigo para el promedio de ambientes.

	B_i		AG (%)		F_6		
Carácter	A	B	A	B	A	B	Testigo
AP (cm)	2.08*	4.52*	18.01	17.37	84.2	91.7	85.0
LE (cm)	0.40	0.51	12.24	15.60	11.0	11.3	11.3
EE	0.11	0.13	1.77	2.10	18.8	18.9	19.1
DF(días)	0.09	0.10 *	0.39	0.42	72.0	72.0	62.5
PMS (g)	1.72*	2.42*	23.34	32.85	27.3	29.4	27.4
VMS(cm^3)	1.61*	2.68*	11.82	19.92	47.2	50.9	46.0
NSG	-2.81*	-3.71*	-18.63	-24.57	36.8	34.1	36.5
PH($g\ cm^{-3}$)	0.03	0.03	14.43	16.14	0.61	0.61	0.61
PGP (g)[1]	0.25	0.43*	8.67	15.18	9.2	9.8	9.3
R (g)[2]	16.24*	31.26*	18.90	36.39	309.5	351.5	308.5

* Significativo al 5%

[1] Medido sólo en ambiente T1; y [2] Medido en ambientes M1 y M2.

tempranas, abre la posibilidad, señalada por varios autores (Fehr y Weber, 1968; Frey, 1967; Knott y Tulukdar, 1971), de aprovechar su condición de componente principal y alta heredabilidad, para iniciar desde generaciones tempranas la selección indirecta para mayor rendimiento de grano a través de mayor tamaño de semilla. De acuerdo a los resultados obtenidos, el incremento correlacionado del rendimiento de grano fue de 18.9%, del cual 13.8% fue fijado en la primera generación de selección.

La selección por tamaño de semilla grande no afectó significativamente a caracteres de espiga los que fueron casi constantes a través de las generaciones, lo mismo que el número de espigas por unidad de superficie. Es posible que al igual que los resultados encontrados por Wood *et al.* (1977), el mayor tamaño de semilla se encuentre asociado a una mayor capacidad de llenado de semilla tanto de espigas como de espiguillas por espiga. Desde un punto de vista agronómico, el comportamiento anterior sería deseable en áreas de temporal al igual que mantener una producción de espigas tempranas a floración, carácter que como los de espiga, no fue modificado por la selección. Por el contrario, la altura de planta tendió a incrementarse significativamente con la selección y este cambio fue más notorio de F_5 a F_6 (Cuadro 2), no así en la generación de máximo cambio de tamaño de semilla (de F_3 a F_4). De tal forma que si se deseara seleccionar en generaciones avanzadas por tamaño de semilla grande, habría que vigilar la altura de planta, pues las plantas altas, de acuerdo a los resultados obtenidos, tendrían ventaja selectiva sobre las plantas más bajas.

Regresando a la división de la fuente de variación de compuestos, y analizando ahora a familias dentro de generaciones de selección (Cuadro 1), la selección de FMF_3 permitió mantener variación genética significativa entre familias dentro de cada generación de selección, principalmente para caracteres de semilla y rendimiento de grano. Con estos resultados y dadas las condiciones en las cuales se practicaron la selección y la evaluación (precipitación escasa en M1 y T1 y riego limitado en M2), podría concluirse que la metodología propuesta tiene amplias posibilidades para áreas de temporal, ya que además del avance genético obtenido, permitió el mantenimiento de la variación genética hasta generaciones avanzadas, aumentando con ello la probabilidad de derivar un mayor número de líneas homocigóticas, tal y como lo propuso Frey (1954).

Para conocer el potencial productivo alcanzado por las familias, se contrastaron a los valores ajustados de estas en la generación F_6 para los diferentes caracteres, con los del testigo comercial México M82 (Cuadro 3, columna AF_6 vs Testigo); encontrándose alta similitud entre sus respectivos promedios. Considerando que los valores ajustados de la generación F_6 son el producto del promedio de las 30 FMF_6 y la significancia de la variación entre familias a través de las generaciones, es posible entonces obtener una ganancia adicional aplicando una presión de selección entre familias en la última generación de selección. Tomando el 10% de familias masivas F_3 de mayor respuesta para peso de 1000 semillas (Cuadro 3, columna B) la ganancia adicional fue alrededor de 7.8% para caracteres de semilla (PMS, VMS y NSG) y de 14.0% para rendimiento de grano, ganancias con las cuales estas familias superaron al testigo. El paso siguiente sería derivar líneas de familias seleccionadas, y observar en que medida es mantenida la varianza genética tanto entre como dentro de familias para estos caracteres, además de conocer el potencial productivo de las líneas derivadas y su frecuencia, el cual, de realizarse complementaría la información aquí presentada.

Buena parte de la respuesta obtenida por selección por tamaño de semilla, se debió a un aumento en el número de semillas grandes a través de las generaciones y no al incremento *per se* del peso y volúmen de cada semilla (Cuadro 4). Por ejemplo, para tamaño de semilla grande, al dividir el peso sobre el número de semillas de cada generación, se obtuvo 36 mg por semilla en las tres generaciones; observándose el mismo comportamiento para semilla mediana y chica con aproximadamente 26 y 15 mg por semilla, respectivamente. Procediendo de igual manera para volumen de semilla, los resultados entre generaciones se repiten, con valores de 52, 43 y 26 mm^3 por semilla, para las grandes, medianas y chicas, respectivamente. La ausencia de cambio en peso y volúmen dentro de cada tamaño, motivó que tanto el número de semillas por grano, como el peso hectolítrico, fueran constantes de una generación a otra.

El incremento en el número de semillas grandes a través de las generaciones fue a expensas de una disminución en la frecuencia de semillas chicas. Si se toma en cuenta que el tamaño de semilla varía dependiendo de su localización sobre la espiga, y que el proceso de llenado de grano se inicia en la

Cuadro 4. Efecto de la selección sobre el tamaño de semilla grande, mediana y chica, en el número (NS) peso (PS) y volumen (VS) de semilla, semillas por gramo (SG) y peso hectolítrico (PH) de una muestra de 1000 semillas.

Generación masiva	NS	PS(g)	VS(cm^3)	SG	PH(g cm^{-3})
		Semilla grande			
F_3	355a	12.8a	18.4a	27.8a	0.70a
F_4	385a	13.8a	20.3b	28.0a	0.68a
F_5	391b	14.0b	20.5b	27.9a	0.68a
F_6	482c	16.3c	23.4c	28.5a	0.71a
		Semilla mediana			
F_3	420a	10.5a	18.2a	40.1a	0.58a
F_4	451a	11.4a	19.3a	39.5a	0.59a
F_5	451a	11.5a	18.5a	36.7a	0.62a
F_6	434a	11.8a	18.6a	36.9a	0.63a
		Semilla Chica			
F_3	225a	3.7a	6.7a	60.0a	0.55a
F_4	164b	2.5b	4.4b	65.1a	0.57a
F_5	188b	2.5b	4.3b	64.3a	0.58a
F_6	84C	1.3	2.1C	64.9a	0.57a

[1] Medias con la misma letra dentro de cada categoría de semilla, no difieren significativamente a la media de F_3.

parte central de la espiga, particularmente en los extremos de cada espiguilla, y considerando que no se aumentó el número de espiguillas por espiga ni la longitud de ésta, por tanto, se puede inferir que la selección fue en favor de plantas con espigas y espiguillas de mayor capacidad de llenado de grano, dando origen a espigas robustas con baja producción de semilla chica. Normalmente este tipo de plantas morfológicamente presentan espigas compactas con fertilidad potencial constante, tanto de espiguillas por espiga como de flores por espiguilla (espigas cilíndricas).

Finalmente cabe señalar que a mayor tamaño de semilla se obtuvo mayor peso hectolítrico (Cuadro 4). Desde un punto de vista de rendimiento harinero, de continuarse la expansión de siembras de trigo hacia áreas con menor disponibilidad de agua, se deberá tener presente durante la formación de las nuevas variedades, la consideración desde generaciones tempranas a la característica de semilla grande, ya que en situaciones de baja disponibilidad de nutrientes y humedad, las semillas que quedan chicas en la espiga producen pesos hectolítricos muy por debajo de los requeridos por la industria molinera.

CONCLUSIONES

1. El cribado de semilla grande dentro de familias masivas F_3, practicado en poblaciones segregantes sometidas a ambientes deficientes en humedad, fue efectivo para modificar significativa y positivamente el peso y volúmen de semilla, y en forma correlacionada al rendimiento de grano.

2. Los avances genéticos totales para peso de 1000 semillas, volumen de 1000 semillas, peso hectolítrico y rendimiento de grano fueron de 23.34, 11.82, 14.43 y 18.9%, respectivamente, de los cuales el 11.5, 11.0, 15.8 y 13.8%, respecto a los anteriores, fueron fijados en la primera generación de selección.

3. La selección de FMF_3 permitió mantener variación genética significativa entre familias dentro de cada generación masiva. La ganancia adicional por selección entre familias fue de 7.8% para caracteres de semilla y de 14.0% para rendimiento de grano.

4. El aumento en el tamaño de semilla fue motivado por una mayor frecuencia de semillas grandes y no por semillas cada vez más grandes.

BIBLIOGRAFIA

Benítez R., I. y J.D. Molina G. 1983. Selección masal estratificada en trigo (*Traestivum* L.) I. Rendimiento de grano. Agrociencia. 54:91-99.

Fehr, W.R. and C.R. Weber. 1968. Mass selection by seed size and specific gravity in soybean populations. Crop Sci. 8:551-554.

Frey, K.J. 1954. The use of F_2 lines in predicting the performance of F_3 selections in two barley crosses. Agron. J. 46:541-544.

_____. **1962.** Effectiveness of visual selection upon yield in oat crosses. Crop Sci. 2: 102-105.

_____. **1967.** Mass selection for seed weight in oat populations. Euphytica 16:341-349.

Jímenez G., C.A., J.D. Molina G. y D. Stuthman 1985. Selección masal gravimétrica en avena (*Avena sativa* L.) y su eficiencia relativa al método genealógico. Agrociencia. 62: 115-126.

Knott, D.R. and B. Tulukdar. 1971. Increasing seed weight in wheat and its effects on yield components and quality. Crop Sci. 11: 280-283.

Márquez S., F. 1987. Comparación teórica entre los métodos de selección de pedigrí y familias masivas F_3 en plantas autógamas. Fitotecnia. 9:27-34.

Segovia L., A., L.M. Serrano C., J.D. Molina G. e I. Benítez R. 1991. Comparación de ambientes de selección en trigo. Agrociencia Serie Fitociencia. 2(2):53-68.

Shieh, W.J. and M.B. McDonald. 1982. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. Seed Sci. and Technol. 10:307-313.

Voigt, R.L., C.O. Gardner and O.J. Webster. 1966. Inheritance of seed size in sorghum. *Sorghum vulgare* Pers. Crop Sci. 6:582-586.

Wood, D.W., P.C. Longden and D.R.K. Scott. 1977. Seed size variation; its extent, source and significance in field crops. Seed Sci. and Technol. 1:127-157.