



Revista Fitotecnia Mexicana

ISSN: 0187-7380

revfitotecniamex@gmail.com

Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C.  
México

Coutiño Estrada, Bulmaro; Sánchez Grajalez, Griselda; Vidal Martínez, Víctor Antonio  
El uso de semilla F2 de híbridos de maíz en la fraileasca, Chiapas reduce el rendimiento y las ganancias netas

Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 27, núm. 3, julio-septiembre, 2004, pp. 261-266

Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C.

Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61027306>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## EL USO DE SEMILLA F<sub>2</sub> DE HÍBRIDOS DE MAÍZ EN LA FRAILESCA, CHIAPAS REDUCE EL RENDIMIENTO Y LAS GANANCIAS NETAS

### THE USE OF F<sub>2</sub> CORN HYBRID SEED IN FRAILESCA, CHIAPAS REDUCES GRAIN YIELD AND NET PROFITS

Bulmaro Coutiño Estrada<sup>1</sup>, Grisel Sánchez Grajales<sup>2</sup> y Víctor Antonio Vidal Martínez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas. Km. 84, Carr. Ocozacoautla-Villaflores, Apdo. Postal 78, Villaflores, Chis. Correo electrónico: bulmaro\_coutino@hotmail.com <sup>2</sup> Tesista de la Licenciatura de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas. Km 84 Carr. Ocozacoautla-Villaflores. Ado. Postal 78. Villaflores, Chiapas. <sup>3</sup> Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Apdo. Postal 100. Santiago Ixcuintla, Nay.

\* Autor para correspondencia

#### RESUMEN

Una práctica común de los agricultores de la Frailesca, Chiapas, es la compra de semilla certificada de maíz (*Zea mays* L.) para un año de siembra, de cuya cosecha obtienen semilla para los siguientes años, con la consecuente disminución en sus rendimientos. En esta investigación se cuantificó dicha reducción en híbridos comerciales de maíz, al comparar el uso de semilla de las generaciones F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>, y se estimó su impacto económico; el estudio se hizo en 14 híbridos y tres localidades de la Frailesca, en un arreglo de parcelas divididas (parcelas grandes híbridos y parcelas chicas generaciones), en un diseño experimental bloques completos al azar y cuatro repeticiones. El análisis estadístico detectó diferencias significativas entre localidades, híbridos, generaciones F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> y las interacciones. El rendimiento promedio más alto se obtuvo en la localidad Altamira con 5.9 t ha<sup>-1</sup>; los híbridos que más produjeron en F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> fueron Tornado y 30F94, con rendimientos de 6.8 y 6.4 t ha<sup>-1</sup> en la F<sub>1</sub>, respectivamente, y 5.1 t ha<sup>-1</sup> en la F<sub>2</sub>. La generación F<sub>2</sub> rindió en promedio 22.6 % menos que la F<sub>1</sub>, lo que significa una reducción de \$1 441 ha<sup>-1</sup> en la ganancia.

**Palabras clave:** *Zea mays* L., híbridos, generaciones avanzadas, rendimiento, ganancias netas.

#### SUMMARY

A common practice among farmers of Frailesca, Chiapas, Mexico, is purchasing corn certificated seed for one year and selecting from their own crop the seed required for the following years, which results in yield reductions. The purpose of this research was to measure such yield reductions in commercial corn hybrids, using their F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations, and to estimate its economic impact. Fourteen commercial corn hybrids were tested over three locations at Frailesca, under a split-plot arrangement, where the main plot was the hybrid and the subplot was the generation; a complete randomized block design with four replications was used. Statistical analysis detected significant differences among locations, hybrids, F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations, and their interactions. Best hybrids Tornado and 30F94 yielded 6.8 and 6.4 t ha<sup>-1</sup> with F<sub>1</sub> seed, and 5.1 t ha<sup>-1</sup> using F<sub>2</sub> seed. F<sub>2</sub>

generation had a grain yield reduction of 22.6 % compared to F<sub>1</sub>, giving a profit reduction of \$1 441 ha<sup>-1</sup>.

**Index words:** *Zea mays* L., corn hybrids, advanced generations, grain yield, profits.

#### INTRODUCCIÓN

La región conocida como la Frailesca, en el estado de Chiapas, México es la zona tropical productora de maíz más importante del estado; en ella se siembran cada año 120 000 ha con este cultivo en condiciones de temporal o secano, con una producción de 400 000 t de grano, que representan 33 % de la producción estatal (COPLADE, 1995), y una media de rendimiento de 3.3 t ha<sup>-1</sup>. Según la SAGARPA<sup>1</sup>. El Programa Kilo por Kilo sólo distribuyó en la Frailesca semilla de variedades mejoradas de polinización libre los años 1996 y 1997; en 1998 se repartieron 250.3 t de semilla del híbrido P3086, con la que se sembraron 12 518 ha y en el siguiente año, fueron 283.7 t de los híbridos P3086 y H-515, para 14 186 ha.

Además de la Productora Nacional de Semillas (PRO-NASE), varias empresas trasnacionales distribuyen semilla certificada de diferentes híbridos en la región, y es común que los productores usen semilla de la cosecha para las siguientes siembras, con la consecuente reducción en su rendimiento. Esto lo hacen por el alto costo de la semilla certificada y por su bajo poder adquisitivo, como también

<sup>1</sup> Comunicación personal del Ing. Francisco Don Juan Torres, Coordinador de Fomento Agropecuario. Distrito de Desarrollo Rural 04/ SAGARPA. Villaflores, Chiapas.

sucede en otras regiones maiceras del país (Villanueva *et al.*, 1994).

El menor rendimiento que se obtiene al sembrar generaciones avanzadas varía con el tipo de híbrido y el ambiente de prueba (Hallauer y Miranda, 1981). Ramírez *et al.* (1986) encontraron una reducción promedio de 12 a 18 % en la F<sub>2</sub> de los híbridos dobles H-503, H-507 y H-510 en localidades de Veracruz, Guerrero, Nayarit y Chiapas; mientras que Valdivia y Vidal (1995) registraron reducciones de 45 % en la F<sub>2</sub> y de 31 % en la F<sub>3</sub> en Nayarit; en la Fraylesca Ramírez *et al.* (1986) reportaron reducciones promedio de 1.1 t ha<sup>-1</sup>.

En la región central de Jalisco, los híbridos B-840, B-833, B-83, P-507 y H-311 presentaron una reducción promedio de 16 y 14 % en la F<sub>2</sub> y F<sub>3</sub>, respectivamente (González *et al.*, 1993); en la zona de transición entre El Bajío y los Valles Altos la reducción fue de 35 % con el H-149E (Ortiz y Espinosa, 1990); en Puebla y Chapingo fue 9.5 % con el H-131 (Peña y Arellano, 1990); y en Aguascalientes de 11 % con el H-204 de temporal (Peña *et al.*, 1989).

En esta investigación se cuantificó el rendimiento de grano de la generación F<sub>2</sub> de híbridos de maíz, respecto a la F<sub>1</sub>, y se estimaron las ganancias económicas al usar la F<sub>1</sub> y la F<sub>2</sub> como semilla.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el mes de enero del año 2000, en el Rancho San Ramón, Villaflores, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas, se sembró semilla de la generación F<sub>1</sub> de los híbridos: H-514 y H-515 de PRONASE, 30F94 y 3001W de Pioneer, C-220 y C-385 de Cargill, HS-7G y HS-5G de Cristiani Burkard, Halcón y Gavilán de Asgrow, CM-82 y Tornado de Ceres y H-90 y H-94 de TACSA, para obtener de cada una de ellas la generación F<sub>2</sub>. Se utilizaron parcelas con 88 plantas de cada híbrido; durante la floración se mezcló polen colectado de las plantas de la mitad de la parcela para polinizar las plantas de la otra mitad y viceversa (cruzamientos fraternales). La cosecha se realizó en el mes de junio y de cada parcela se hizo una mezcla mecánica de semilla de mazorcas sanas para formar la generación F<sub>2</sub>.

Durante el ciclo agrícola de verano del mismo año, se sembraron en temporal y secano las generaciones F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> de los 14 híbridos, bajo un arreglo de parcelas divididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones; la parcela grande fue el híbrido y la parcela chica la generación F<sub>1</sub> o F<sub>2</sub>. Las parcelas grandes fueron de cuatro surcos y las chicas de dos de 5.5 m de longitud, 80 cm de ancho y dos plantas cada 50 cm.

El experimento se sembró en tres localidades localizadas geográficamente en la Depresión Central de Chiapas: 1) "Rancho San Ramón", municipio de Villaflores (16° 15' 13" LN, 93° 15' 26" LW y 560 msnm); 2) Fracción "Altamira" del Rancho El Palomar, municipio de Villacorzo (16° 09' 33" LN, 93° 19' 02" LW y 612 msnm); y 3) El mancomún "La Lagunota" del Ejido Primero de Mayo, municipio de Villacorzo (16° 10' 47" LN, 93° 06' 51" LW y 632 msnm).

En la preparación del terreno se utilizó el sistema de labranza convencional que consistió de un paso de rastra en Altamira y dos en San Ramón y La Lagunota. Las siembras se hicieron el 26, 27 y 29 de junio en Altamira, La Lagunota y San Ramón, respectivamente, al depositar tres semillas cada 50 cm; cuando las plantas tenían una altura de 10 a 15 cm se dejaron dos plantas para una densidad de población aproximada de 50 000 plantas/ha<sup>-1</sup>.

La fertilización se efectuó en forma manual con la dosis 150N-70P-00K; para control de maleza y plagas se aplicaron productos químicos. Inmediatamente después de la siembra, se hizo una aplicación de Metolaclor + Atrazina en dosis de 3 L ha<sup>-1</sup> del producto comercial; para plagas del follaje, se aplicó Parathión metílico en dosis de 1.0 L ha<sup>-1</sup>. La cosecha se realizó en forma manual el 25 de noviembre, 2 y 6 de diciembre. En cada parcela se midieron las variables: días de la siembra a 50 % de las floraciones masculina y femenina, alturas de planta y mazorca de la superficie del suelo hasta el último nudo y el nudo de inserción de la mazorca, respectivamente, número de plantas prolíficas, peso de mazorca y rendimiento de grano ajustado a 14 % de humedad y transformado a t ha<sup>-1</sup>.

Para probar las hipótesis de igualdad entre los efectos simples y entre las interacciones, se hicieron análisis de varianza de cada variable conforme al diseño experimental bloques completos al azar, con arreglo de parcelas divididas, combinado con localidades (Martínez, 1988; y McIntosh, 1983), con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + L_l + (B/L)_{kl} + H_i + (L*H)_{li} + (B*H/L)_{kil} + G_j + (H*G)_{ij} + (G*L)_{jl} + (G*H*L)_{jil} + \Omega_{ijkl}$$

para i=1,2,...,14; j=1,2; k=1,2,3,4; l=1,2,3.

Donde Y<sub>ijkl</sub> = rendimiento observado del i-ésimo híbrido de la j-ésima generación en el k-ésimo bloque de la l-ésima localidad;  $\mu$  = media general; L<sub>l</sub> = efecto de la l-ésima localidad; (B/L)<sub>kl</sub> = efecto del k-ésimo bloque dentro de la l-ésima localidad; H<sub>i</sub> = efecto del i-ésimo híbrido; (L\*H)<sub>li</sub> = efecto de interacción del i-ésimo híbrido con la l-ésima localidad; (B\*H/L)<sub>kil</sub> = efecto del k-ésimo bloque con el i-ésimo híbrido dentro de la l-ésima localidad; G<sub>j</sub> = efecto

de la  $j$ -ésima generación;  $(H \times G)_{ij}$  = efecto de interacción del  $i$ -ésimo híbrido con la  $j$ -ésima generación;  $(G \times L)_{jl}$  = efecto de interacción de la  $j$ -ésima generación con la  $l$ -ésima localidad;  $(G \times H \times L)_{jil}$  = efecto de interacción entre la  $j$ -ésima generación con el  $i$ -ésimo híbrido y con la  $l$ -ésima localidad y  $\sigma_{ijkl}$  = efecto aleatorio.

Se aplicó la prueba de medias mediante la DMS a 5 % de probabilidad de error, a las variables que resultaron significativas en el análisis de varianza así como un análisis económico para determinar las ganancias netas al sembrar semilla de las generaciones  $F_1$  o  $F_2$  de los híbridos y la relación beneficio-costos; para ello, se consideraron los costos locales del año 2000.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Comportamiento agronómico

Se detectaron diferencias significativas entre localidades, híbridos, generaciones  $F_1$  y  $F_2$ , y entre sus interaccio-

nes en casi todas las variables medidas (Cuadro 1); no se detectó significancia estadística en la variable número de plantas prolíficas entre las generaciones  $F_1$  y  $F_2$ , ni entre localidades x generaciones; tampoco la hubo para peso de mazorca en la interacción localidades x híbridos x generaciones.

La localidad "Altamira" destacó en rendimiento de grano con una media de producción de  $5.9 \text{ t ha}^{-1}$  (Cuadro 2), tal vez debido a que la textura del suelo es arcillo-arenosa y la humedad mejor que en las otras dos localidades, con textura franco-arenosa; en Altamira también se observó mejor desarrollo de las plantas y mazorcas más grandes. En el rancho San Ramón el rendimiento promedio de los híbridos fue de  $4.5 \text{ t ha}^{-1}$  y en la Lagunota de  $4.1 \text{ t ha}^{-1}$ , los cuales se consideran bajos, porque se esperaban mejores producciones; probablemente los suelos utilizados no tienen la fertilidad adecuada para que los híbridos manifesten su rendimiento potencial.

Cuadro 1. Significancia de los cuadrados medios del análisis combinado de las variables<sup>1</sup>.

Fuente de variación	DF $\sigma^2$	DF $\sigma^2$	AP	AM	NPP	PMZ	REND
Localidades (Loc)			29331 **	10502**	91 **	103 **	90 **
Híbridos (Hib)	68 **	65 **	7674 **	2528**	32 **	19 **	10 **
Loc x Hib			946 **	652**	4 **	2**	2 **
Generaciones (Gen)	84 **	34 **	2802 **	355**	0.06	238 **	160 **
Hib x Gen	67 **	26 **	898 **	439**	45 **	11 **	8 **
Loc x Gen			127 **	50**	0.51	2 **	2 **
Loc x Hib x Gen			552 **	516**	8 **	0.45	0.8 **
C. V. (%)	1.9	1.8	1.6	2.3	104	11.9	12.1

\*\* = Probabilidad < 0.01

<sup>1</sup> DF $\sigma^2$  = Días a floración masculina; DF $\sigma^2$  = Días a floración femenina; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca; NPP = Número de plantas prolíficas; PMZ = Peso de mazorcas; REND = Rendimiento de grano. Las variables DF $\sigma^2$  y DF $\sigma^2$  sólo fueron medidas en San Ramón.

Cuadro 2. Rendimiento de grano ( $\text{t ha}^{-1}$ ) de híbridos de maíz en tres localidades de la Frailesca, Chiapas. 2000.

Híbrido	Generación $F_1$			Generación $F_2$			Promedio
	Altamira	Lagunota	San Ramón	Altamira	Lagunota	San Ramón	
Tornado	8.344	6.491	5.686	7.353	3.464	4.494	5.972 a
30F94	7.887	5.201	6.125	5.948	4.489	5.008	5.776 a
HS-5G	6.692	5.256	5.573	5.784	4.087	4.661	5.342 b
H-94	7.506	5.135	4.405	5.450	4.942	4.422	5.310 b
H-515	8.079	4.509	5.148	6.087	4.037	3.618	5.246 b
3001W	5.661	5.770	5.385	4.670	4.618	4.801	5.151 b
HS-7G	6.491	6.669	4.762	5.336	3.984	3.593	5.139 b
H-514	6.100	5.291	4.817	5.606	4.189	4.196	5.033 bc
C-220	5.956	5.765	5.106	4.126	3.989	3.804	4.791 cd
CM-82	6.628	5.945	4.685	4.642	3.155	2.726	4.630 d
C-385	7.479	6.192	4.958	3.087	1.913	1.311	4.157 e
H-90	6.016	3.650	4.007	4.945	3.306	2.912	4.139 e
Halcón	5.762	5.926	3.894	3.993	3.026	1.946	4.091 ef
Gavilán	4.216	3.512	1.945	5.617	3.828	3.505	3.771 f
<b>Prom/loc/gen</b>	6.630	5.379	4.750	5.189	3.788	3.643	
<b>Prom/loc</b>	5.909 a	4.583 b	4.196 c				

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales

(DMS <sub>0.05</sub> para localidades = 0.157); DMS <sub>0.05</sub> para híbridos = 0.339; y DMS <sub>0.05</sub> para interacción localidades x híbrido = 1.344)

Los híbridos con rendimiento de grano estadísticamente superiores fueron Tornado y 30F94, con 6.8 y 6.4 t ha<sup>-1</sup> en la F<sub>1</sub> (Cuadro 3) y también lo fueron en la F<sub>2</sub>, aunque rindieron 20 y 25 % menos que en la F<sub>1</sub>, respectivamente.

El rendimiento medio, de los 14 híbridos probados fue 22.6 % menos en la F<sub>2</sub> que la F<sub>1</sub> (Cuadro 3), pero la diferencia entre híbridos, varió desde 13 hasta 66 % y uno de ellos mostró casi 34 % más rendimiento en la F<sub>2</sub> que en la F<sub>1</sub>, aunque fue el de menor rendimiento absoluto. Las reducciones en F<sub>2</sub> obtenidas en este trabajo quedan dentro del rango encontrado en otros híbridos y regiones, el cual ha variado desde 9.5 % en los Valles Altos (Peña y Arellano, 1990), hasta 45 % en Nayarit (Valdivia y Vidal, 1994), salvo la reducción de 66 % del híbrido C-385 en el presente trabajo.

Cuadro 3. Medias de rendimiento de las generaciones F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> de los híbridos (t ha<sup>-1</sup>) de maíz evaluados en la Frailesca, Chiapas. 2000.

Híbrido	Generación		Reducción	
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	t ha <sup>-1</sup>	%
Tornado	6.840	5.104	1.736	25.38
30F94	6.404	5.148	1.256	19.61
C-385	6.210	2.104	4.106	66.12
HS-7G	5.974	4.304	1.670	27.95
H-515	5.912	4.581	1.331	22.51
HS-5G	5.840	4.844	0.996	17.05
CM-82	5.753	3.508	2.245	39.02
H-94	5.682	4.938	0.744	13.09
C-220	5.609	3.973	1.636	29.17
3001W	5.606	4.696	0.910	16.23
H-514	5.403	4.664	0.739	13.68
Halcón	5.194	2.989	2.205	42.45
H-90	4.558	3.721	0.837	18.36
Gavilán	3.224	4.316	+1.092	+33.87
<b>Promedio</b>	5.586 a	4.206 b	1.380	22.63

Medias con letras iguales son estadísticamente iguales (en sentido horizontal) (DMS<sub>0.05</sub> para generaciones = 0.128 t ha<sup>-1</sup>)

Las mejores interacciones localidad x híbrido se detectaron en las condiciones ambientales de Altamira con los híbridos Tornado, H-515 y 30F94, con rendimientos de grano de 7.9, 7.0 y 6.9 t ha<sup>-1</sup>; las mejores interacciones híbrido x generación fueron Tornado, 30F94 y C-385 en F<sub>1</sub>, con rendimientos de 6.8, 6.4 y 6.2 t ha<sup>-1</sup>; en la interacción localidad x generación, los mayores rendimientos se produjeron en Altamira con la generación F<sub>1</sub>, con una media de 6.63 t ha<sup>-1</sup>; en la Lagunota la F<sub>1</sub> produjo en promedio 29.6 % más que la F<sub>2</sub>, mientras que en las otras dos localidades esa diferencia fue de 25 y 22 %; las mayores interacciones localidad x híbrido x generación, se obtuvieron en la localidad Altamira con los híbridos Tornado y H-515 y la F<sub>1</sub>, con rendimientos de grano de 8.3 y 8.0 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

En general, las características de las plantas y mazorcas fueron diferentes entre las dos generaciones (Cuadro 4).

El número de días a floración masculina y femenina tendieron a aumentar en la F<sub>2</sub>, los híbridos Gavilán y Halcón, florecieron 11 y 4 d más tarde. Las plantas tendieron a expresar un menor porte en F<sub>2</sub> que en F<sub>1</sub>; desde 2 hasta 28 cm, y con aspecto de menor vigor, excepto tres híbridos que mostraron mayor altura en la F<sub>2</sub>. Casi todos los híbridos presentaron menor número de plantas prolíficas en la F<sub>2</sub> que en la F<sub>1</sub>; sólo Gavilán mejoró en la F<sub>2</sub>. El mayor efecto endogámico se observó en el rendimiento de mazorca, el cual se redujo desde 0.4 hasta 4.6 t ha<sup>-1</sup> en los diferentes híbridos. Este efecto generacional impactó también la expresión de otros componentes del rendimiento de grano, como longitud de mazorca, número de granos por mazorca y peso de grano (datos no presentados); por ejemplo, en la localidad de San Ramón, las mazorcas F<sub>1</sub> tenían 15.4 cm de longitud y las F<sub>2</sub> de 14.8 cm, y tuvieron 58 granos menos por mazorca y un menor peso de 1000 granos (-5.6 g); también, mostraron mayor daño por plagas y enfermedades (Figuras 1 y 2).

Cuadro 4. Cambios de la F<sub>2</sub> respecto a la F<sub>1</sub> en las variables medidas en los híbridos de maíz evaluados en la Frailesca, Chiapas. 2000

Híbrido	DF <sub>1</sub> (días)	DF <sub>2</sub> (días)	AP (cm)	AM (cm)	NPP	PMZ (t ha <sup>-1</sup> )
Tornado	1.7	2.0	-2.2	2.8	-0.84	-2.407
30F94	-0.5	0.0	-3.7	2.6	0.25	-1.833
HS-5G	-0.8	-0.5	-14.6	-5.2	-0.92	-0.925
H-94	0.0	0.0	-12.6	3.0	-0.9	-0.470
H-515	0.3	0.3	-3.2	0.0	-0.08	-2.155
3001W	-0.2	0.0	-10.6	-5.2	-1.75	-1.271
HS-7G	1.2	1.0	-6.2	-8.7	0.98	-2.139
H-514	1.5	2.3	-6.5	-2.0	-2.91	-1.029
C-220	-0.3	0.8	5.7	7.2	0.48	-1.869
CM-82	0.3	0.5	-20.5	-11.4	2.09	-2.397
C-385	-2.2	-2.3	6.0	-2.1	-5.09	-4.692
H-90	-0.2	0.0	21.9	15.6	0.17	-1.238
Halcón	4.5	5.2	-6.1	-5.5	-0.34	-2.580
Gavilán	11.2	4.3	-28.5	-19.7	7.41	1.410
<b>DMS<sub>0.05</sub></b>	0.25	0.23	0.62	0.63	0.37	0.136

DF = Días a floración; AP = Altura de planta; AM = Altura de mazorca; NPP = Núm. plantas prolíficas; PMZ = Peso de mazorca.

Similarmente, Peña y Arellano (1990) encontraron que la sanidad de la planta y de la mazorca, los días de la siembra al esgamiendo y el porcentaje de grano fueron los caracteres más afectados por la depresión endogámica; y Ortiz y Espinosa (1990) reportaron que nueve componentes del rendimiento perdieron su uniformidad en la F<sub>2</sub>; y Ramírez *et al.* (1986) concluyeron que se redujo la calidad de la mazorca y la altura de la planta en las generaciones avanzadas de híbridos tropicales.

### Impacto económico

Con excepción del híbrido Gavilán que fue el de menor rendimiento, la relación beneficio-costos del resto de los híbridos fue positiva, donde sobresalieron los híbridos Tornado y 30F94 con los valores más altos. Tornado logró

una relación de beneficio-costo de 1.67 con semilla de la generación  $F_1$  y de 1.34 con la semilla  $F_2$ ; para el híbrido 39F94 los valores fueron de 1.51 y 1.31, respectivamente. Esto significa que aún con el alto costo de la semilla híbrida de maíz  $F_1$ , la rentabilidad del cultivo en la Frailesca es económicamente mayor cuando se usa semilla certificada de la primera generación.



Figura 1. Fenotipo de las mazorcas de las generaciones  $F_1$  y  $F_2$  del híbrido Tornado en la Frailesca, Chiapas.



Figura 2. Fenotipo de las mazorcas de las generaciones  $F_1$  y  $F_2$  del híbrido 30F94 en la Frailesca, Chiapas.

La ganancia neta promedio de los híbridos al usar semilla  $F_1$  fue de \$ 1 967 por hectárea; con una ganancia neta máxima de \$ 3 600, mientras que con semilla  $F_2$  la ganancia neta promedio fue de \$ 525 por hectárea; esto se debe a la disminución del rendimiento medio de grano de la  $F_2$  con respecto a la  $F_1$  que fue de 1.3 t ha<sup>-1</sup> de grano, y que equivale a \$ 1 441 ha<sup>-1</sup>. Se confirma la aseveración de Márquez (1988), de que si los productores de maíz

quieren aprovechar el efecto benéfico de la heterosis en los híbridos, deben usar semilla de la generación  $F_1$ .

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación y con los reportados en la literatura, el uso de semilla  $F_2$  de los híbridos utilizados en el presente trabajo, los cuales se siembran ampliamente en la Frailesca está causando reducciones significativas en la producción de grano y en las ganancias económicas que pueden obtener los productores de maíz. Por tanto, se debe promover el uso de semilla  $F_1$  de los mejores híbridos para obtener los mayores rendimientos y ganancias netas.

## CONCLUSIONES

El mayor rendimiento de grano, tanto con semilla  $F_1$  como con semilla  $F_2$ , se obtuvo con los híbridos Tornado y 30F94, con rendimientos promedio de 5.9 y 5.7 t ha<sup>-1</sup>.

Se obtuvo una disminución media de rendimiento de grano de 1.3 t ha<sup>-1</sup> (22.63 %) con la  $F_2$ , respecto a la  $F_1$ , lo que significa una reducción de \$ 1 441 por hectárea cultivada.

Con semilla  $F_1$  de los híbridos Tornado y 30F94 se obtuvieron las relaciones beneficio-costo más altas (1.67 y 1.51, respectivamente); con semilla  $F_2$  estas relaciones fueron 1.34 y 1.31.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Sistema Institucional de Investigación de la Universidad Autónoma de Chiapas, en su 3a Convocatoria, por el financiamiento parcial de esta investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- COPLADE (1995) Plan de Desarrollo Agropecuario 1995-2000. Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez. pp:18-23.
- Hallauer A R, J B Miranda F (1981) Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University Press. Ames, Iowa. 468 p.
- González S C, J Ron P, J L Ramírez D (1993) Cruzas entre híbridos comerciales de maíz. Rev. Fitotec. Mex. 16:30-41.
- MacIntosh M S (1983) Analysis of combined experiments. Agron. J. 75:153-155.
- Márquez S F (1988) Genotecnía Vegetal. Métodos, Teoría, Resultados. AGT Editor, S. A. 353 p.
- Martínez G A (1988) Diseños Experimentales. Métodos y Elementos de Teoría. Ed. Trillas. México. pp:299-314.
- Ortiz T E, A Espinosa C (1990) Rendimiento de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de la zona de transición El Bajío-Valles Altos por efecto de la utilización de semilla de generación  $F_1$  y  $F_2$ . Rev. Chapingo 15:49-52.
- Peña O M G, J L Arellano V (1990) Efecto de la depresión endogámica sobre el rendimiento de grano y sus componentes en el maíz híbrido H-131. Rev. Chapingo 15:12-16.

**Peña R A, S Martín del C, R Zapata A (1989)** Respuesta a la sequía de un híbrido de maíz y su generación F<sub>4</sub>. Rev. Fitotec. Mex. 12:32- 44.

**Ramírez V P, M Balderas M, F Gerón X (1986)** Potencial productivo de las generaciones avanzadas de los híbridos tropicales de maíz H-503, H-507 y H-510. Fitotecnia 8:20-34.

**Villanueva V C, F Castillo G, J D Molina G (1994)** Aprovechamiento de cruzamientos dialélicos entre híbridos comerciales de maíz: Análisis de progenitores y cruas. Rev. Fitotec. Mex. 17:175-185.

**Valdivia B R, V A Vidal M (1995)** Efecto de generaciones avanzadas en la producción de diferentes tipos de híbridos de maíz. Rev. Fitotec. Mex. 18:69-76.