



Agronomía Mesoamericana
ISSN: 1021-7444
pccmca@cariari.ucr.ac.cr
Universidad de Costa Rica
Costa Rica

Espinosa, Alejandro; Tadeo, Margarita; Medina, Hortencia; Gutiérrez, Jose Ricardo; Luna, Maximino
Alternativas para favorecer la polinización y producción de semilla del híbrido h-311 de maíz

Agronomía Mesoamericana, vol. 12, núm. 2, 2001, pp. 229-235

Universidad de Costa Rica
Alajuela, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43712216>

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

ANÁLISIS Y COMENTARIOS

ALTERNATIVAS PARA FAVORECER LA POLINIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DEL HÍBRIDO H-311 DE MAÍZ¹

Alejandro Espinosa², Margarita Tadeo³, Hortencia Medina⁴, José Ricardo Gutiérrez⁵, Maximino Luna⁵

RESUMEN

Alternativas para favorecer la polinización y producción de semilla del híbrido H-311 de maíz. En la producción de semilla de híbridos de maíz es fundamental la coincidencia en floración de los progenitores y la disposición de los estigmas con respecto a las panojas que emiten polen. El híbrido de maíz H-311, se recomienda en México para siembras de riego, en alturas de 1200 a 1800 msnm. El orden de cruce inicial fue: (B16XB17) X (B32XB33); sin embargo, se cambio al orden inverso, es decir, (B32XB33) X (B16XB17), debido a mayor productividad y semilla de buena calidad física. La cruce simple (B16XB17) es enana (braquítico), al no haber suficiente viento en la época de polinización, se dificulta el cruzamiento y se requiere levantar el polen con mochilas de motor, la cruce simple B16XB17, rinde de 4,5 a 5,5 t/ha de semilla contra 6,0 a 7,5 t/ha de la cruce simple B32XB33; La cruce simple B16XB17, responde con alargamiento del porte por la influencia del tratamientos, con ácido giberélico (Activol), 20, 40 y 60 ppm, dos dosis de Cloruro de Mepiquat (PIX), 1 y 2 lt/ha, así como tres niveles de fertilización (400-70-30, 150-70-30 y 150-300-30). En rendimiento hubo un efecto positivo por el manejo de ambos progenitores con diferentes fertilizaciones así como aplicación de fitohormonas, al aplicar ácido giberélico (20 ppm), el rendimiento se incrementó en 250,3% y 211,8% para las cruzas simples B32XB33 y B16XB17 respectivamente. La altura de planta de B16XB17 fue ligeramente afectada (106,0% con ácido giberélico, 40 ppm).

ABSTRACT

Alternatives to favor pollination and seed production of H-311 corn hybrid. For corn hybrid production it is fundamental that progenitors' flowering coincide and that the availability of stigma with respect to tassels. The H-311 hybrid is recommended for irrigated, at altitudes between 1200 and 1800 meters above sea level. The initial cross order was: (B16XB17) X (B32XB33); however, the order was reversed, that is (B32XB33) X (B16XB17), due to a higher productivity and seed quality. The B16XB17 is dwarf (braquitic), and during pollination under insufficient wind, breeding is difficult and it is necessary to use motorized knapsacks to rise pollen, the simple cross B16XB17, yields from 4.5 to 5.5 t/ha of seed, compared to 6.0 to 7.5 t/ha of the simple cross B32XB33; The simple cross B16XB17, responds with increased height with the treatment with giberellic acid (Activol), at 20, 40 and 60 ppm, two applications of Mequiquat Chloride (PIX), 1 and 2 l/ha, as well as three fertilizer levels (400-70-30, 150-70-30 y 150-300-30). There was a yield effect due to management of both progenitors with different fertilizer levels, as well as with the use of fitohormones, with the application of giberellic acid (20 ppm), the yield increased 250.3% and 211.8% for the simple crosses B32XB33 y B16XB17, respectively. The plant height of B16XB17 was slightly affected (106% with 40 ppm of giberellic acid).

INTRODUCCIÓN

En la producción de semilla de híbridos de maíz, es fundamental la coincidencia en floración de los progenitores; es decir, de los estigmas en la hembra, con la

emisión del polen del macho. Cuando no hay sincronía en maduración, es indispensable establecer fechas de siembra diferenciadas o escalonadas, con la finalidad de lograr la completa sincronización, para favorecer la fecundación y logro de semilla, como objetivo funda-

¹ Recibido para publicación el 11 de julio del 2000. Presentado en la XLVI Reunión Anual del PCCMCA, San Juan, Puerto Rico. 2000.

² INIFAP, SAGAR, Serapio Rendón 83, 20 Piso, Col. San Rafael, Delegación Cuauhtemoc, 06470, México, D.F. e-mail: espinoal@inifap.mx

³ Ingeniería Agrícola, FESC-UNAM, Cuautitlán Izcalli, México. margarita@mpsnet.com.mx y tadeorobledo@yahoo.com

⁴ Ingeniería Agrícola, FESC-UNAM, Cuautitlán Izcalli, México.

⁵ Región Semiarida de Altura. Investigación en maíz. CECAL, INIFAP, SAGAR, Calera, Zacatecas.

mental de producción. Las fechas de siembra escalonadas, implican limitaciones de tipo práctico en los riegos, escardas, control de maleza, fertilización, etc., pero deben solventarse, con el gasto adicional que ello representa.

También es relevante la disposición de los estigmas con respecto a las panojas que emiten el polen; es decir, la altura de planta del macho con respecto a la altura de los jilotes (mazorca tierna) en las plantas hembras, de lo cual depende una aceptable producción de semilla. El híbrido de maíz H-311 fue liberado comercialmente en 1983, por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), antecesor del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); se recomienda para siembras de riego en El Bajío, en alturas de 1200 a 1800 msnm, así como en altitudes superiores en los estados de Zacatecas, Durango, Aguascalientes e Hidalgo, el orden de cruce bajo el cual se registró en el Registro Nacional de Variedades de Plantas (RNVP) y produjo semilla inicialmente fue: (B16XB17) X (B32XB33); sin embargo, posteriormente se cambió al orden inverso, es decir, (B32XB33) X (B16XB17); esto porque la cruce simple (B32XB33) es altamente productiva (Ramírez *et al.* 1988), y produce la semilla de muy buena calidad física (Espinosa y Carballo 1987).

El orden inverso genera problemas importantes, uno lo representa el hecho de que (B16XB17) que participa como macho es de planta baja, lo que propicia que al no haber suficiente viento en la época de polinización, se dificulta el cruzamiento y se requiere levantar el polen con bomba de espalda de motor para mejorar la fecundación; además, este genotípico es aproximadamente ocho a 10 días más precoz que (B32XB33), lo cual conlleva a la utilización de siembras diferenciales.

Los últimos años se ha propuesto el uso nuevamente de la versión original del H-311 para producción de semilla; es decir el empleo de la cruce simple braquítica como hembra, lo cual también tiene algunas consideraciones que deben tomarse en cuenta. En este trabajo se analizan las ventajas y desventajas de los dos ordenes de cruce para producción de semilla y se presenta información sobre la aplicación de dosis de ácido giberélico a la cruce simple de planta baja para evaluar el efecto sobre el crecimiento longitudinal, o reducción con cloruro de mepiquat (PIX), para favorecer la fecundación e incrementar la producción de semillas.

Coincidencia a floración

La semilla híbrida de maíz se obtiene del cruceamiento de dos progenitores (parentales), uno hace la función de polinizador (llamado macho) y el otro de receptor del polen y productor de la semilla (llamado hembra), en este último, antes de la floración debe ser cortada la inflorescencia masculina (llamada en México espiga), para evitar que tire polen y contamine a esas plantas hembra (Bartolini 1990). En la producción de semilla híbrida de maíz un factor fundamental es la coincidencia y control de la polinización, ya que debe haber seguridad de que haya polen funcional de la planta macho en los estigmas receptivos de la hembra. Debe evitarse de que ocurran autofecundaciones en las plantas hembra y que no haya cruzamiento con polen de plantas extrañas, por lo que los lotes de producción de semilla deben estar aislados de 200 a 400 m de otros maíces, dependiendo de la categoría de semilla que se desea obtener, de la dirección del viento y otros factores.

Para lo anterior, es necesario que al momento de las floraciones masculina y femenina de ambos progenitores de un híbrido coincidan; sobre todo, la exposición de los estigmas en las plantas hembras, con la expulsión de polen en las plantas macho; esta coincidencia es fundamental para que haya una buena fecundación y obtención de semilla del híbrido planeado. Cuando ocurre asincronía, se eleva la posibilidad de contaminaciones con polen extraño, además, disminuye el rendimiento de semilla. Los materiales con sincronía son deseables, sin embargo, los diferenciales a floración son un elemento que da cierto nivel de seguridad de la manifestación de heterosis, buscada por los fito-mejoradores.

En México, la mayoría de los híbridos comerciales desarrollados por el INIFAP, presentan diferenciales a floración entre los progenitores; el H-311, parte central de este trabajo, pero también otros maíces desarrollados por INIFAP (H-135, H-137, H-139, H-149, H-153, H-33, H-48, H-515, H-516, etc.), muestran diferenciales desde tres hasta 20 días. A través de 14 años se ha generado información para promover la coincidencia floral en maíz o disminuir el nivel de asincronía; la práctica más utilizada son las siembras diferenciales de progenitores, establecidas por días a floración y requerimiento de unidades térmicas; sin embargo, bajo siembra simultánea de progenitores existen varias medidas, dependiendo de cada material y su respuesta a cada práctica; de esta manera se cuenta con resultados para adelantar o retrasar la floración masculina de los progenitores machos para favorecer la coincidencia, con:

acolchado plástico (adelanto de siete a nueve días, H-149), fitohormonas, Ethrel, Gapol, ácido giberélico (adelanto de cuatro a 10 días, H-137, H-149, H-139, H-311), podas (retraso de tres a cinco días, H-33, H-135), fertilización nitrogenada (retraso de uno a cuatro días) o fosfórica (adelanto de uno a cuatro días, H-137, H-33), densidad de población (retraso de uno a tres días con alta densidad y adelanto de uno a dos días, H-137, H-33), intercambio de progenitores "criss cross" (uno a 17 días, H-137, H-139, H-515), zonas de producción (uno a 12 días, H-135, H-149). En general se ha definido que es necesario generar información para cada híbrido, además de que las medidas deben ser preventivas y en casos de emergencia se debe manejar de preferencia el progenitor masculino (Espinosa y Tadeo, 1988).

Por casi 15 años, de 1970 a 1985, en el INIA, se alentó la formación de híbridos de maíz con coincidencia en la floración de los progenitores bajo siembra simultánea; este planteamiento limitó la comercialización de varios materiales que mostraban características sobresalientes como H-311 y H-422 (Tadeo 1991), porque sus progenitores mostraron diferencial de floración. En la actualidad se utilizan líneas parentales con maduración diferente, con la finalidad de aprovechar el alto nivel de heterosis que se genera al cruzar materiales diferentes. Lo anterior debe ser apoyado con la generación de tecnología de producción de semillas para lograr la coincidencia a floración, con el empleo de siembras diferenciales (auxiliándose con unidades térmicas) o con prácticas alternativas para promover el adelanto o retraso de floración de uno de los progenitores para lograr la sincronía (Tadeo 1991).

El híbrido de maíz H-311

El híbrido doble de maíz H-311 fue desarrollado en el Campo Experimental Bajío, del INIA, liberándose en 1983; esta integrado por la combinación de dos progenitores del AN-360, a su vez progenitor del híbrido de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro llamado Pancho Villa, cuya genealogía es SSE-3 X SSE-5 y nomenclatura B16XB17; esta crusa simple posee la característica peculiar de planta baja, es decir enana ó braquítica, con una altura aproximada de un metro. La otra crusa simple del H-311, esta conformada con líneas que se derivaron de germoplasma de la raza Celaya, con influencia de material Tropical de la raza Tuxpeño, la genealogía es: H-353-245-6-10 X H-353-363-7-2 y nomenclatura B32XB33; esta a diferencia de la otra crusa simple, es de porte normal, con altura de 270 cm aproximadamente. Como característica sobresaliente del híbrido H-311, destaca que es tolerante

al carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*) y posee buen potencial de rendimiento, pues alcanza hasta 14t/ha, se adapta en diversas regiones ubicadas entre 1200 a 2200 msnm (Jalisco, Michoacán, Querétaro, Guanajuato, Oaxaca, Puebla, Zacatecas, Durango, Aguascalientes, Hidalgo).

Consideraciones sobre el origen de crusa directo

Para la producción de semilla del híbrido H-311 bajo crusa directa, inicialmente se utilizó la crusa simple enana: B16XB17, como hembra y la crusa simple normal B32XB33, como macho; esto implica:

Una mayor facilidad de despanojado por la escasa altura de la hembra enana. Cierta dificultad operativa al despanojar ya que las espigas de esta hembra se cubren con la hoja bandera, liberando polen aún cubierta, lo que obliga a eliminar las panojas con hojas para evitar contaminaciones. La crusa simple B16XB17, rinde de 4,5 a 5,5 t/ha de semilla, contra 6,0 a 7,5 t/ha de la crusa simple B32XB33. La crusa simple B16XB17 sirve como "marcadora" de la calidad del trabajo del despanojo, ya que al ser enana, las contaminaciones (auto-fecundaciones), se expresan en los campos de agricultores, al presentarse plantas enanas y normales.

Consideraciones sobre el origen de crusa recíproco

También se denomina orden inverso, cuando se cambia la participación del progenitor de un híbrido, es decir ahora el macho participa como hembra, y la hembra como macho. De esta manera, en el H-311, se uso como hembra la crusa simple B32XB33 y como macho a la crusa simple enana B16XB17, lo que propició las siguientes situaciones:

La crusa simple B32XB33, posee una mayor capacidad productiva (6,0 a 7,5 t/ha) y calidad física de semilla que la crusa B16XB17. Una mayor dificultad de despanojado por la mayor altura de planta de la hembra de porte normal. Aún cuando altas, las panojas de la hembra no se cubren con la hoja bandera, facilitando con ello su arranque. La crusa simple B16XB17, tiene un porte de 90 a 110 cm, en cambio, los jilotes de la crusa simple B32XB33 se ubican a 150 a 170 cm. Esto podría dificultar la polinización bajo ciertas condiciones y requerir un manejo especial para asegurar una correcta polinización. La crusa simple hembra B32XB33, por su porte normal enmascara las contaminaciones que ocurren en el proceso de despanojado, por lo que no sirve como "marcadora" de la calidad.

Importancia de la posición panoja/jilote

Al usar el progenitor enano como macho y tener las panojas de este, una altura más baja con respecto a los jilotes de la crusa simple hembra, se practicaron algunas alternativas para favorecer la polinización adecuada; la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), utilizó relaciones hembra: macho de 4:2 y en algunos casos se intentaron relaciones aún más bajas.

El problema de la posición baja de la panoja se re-crudece cuando no hay suficiente viento que eleve hasta la posición de los jilotes el polen, por lo que se debe recurrir a aplicar viento con bomba de espalda de motor, o hasta utilizar helicópteros para generar cierta turbulencia en campos donde se justifique por la extensión de la superficie en producción de semilla.

Asincronía de floración H-311

Cuando se produce semilla de H-311 en El Bajío, en crusa directa debe sembrarse el macho (B32XB33) y de cinco a siete días después la hembra B16XB17; en cambio, cuando se emplea la crusa inversa, se siembra la hembra (B32XB33) y de cinco a ocho días después el macho B16XB17. Dependiendo de los lugares donde se produzca el híbrido las fechas diferenciales de siembra de los progenitores son de hasta 12 días.

Respuesta a la aplicación de fitohormonas

En el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX), en la primavera/verano de 1991 se condujo un experimento para evaluar la respuesta a la aplicación de fitohormonas en las cruzas simples progenitoras del híbrido H-311, pero sobre todo para observar si había respuesta de alargamiento del porte por la influencia de los tratamientos; se aplicaron tres dosis de ácido giberélico (Activol), 20, 40 y 60 ppm, dos dosis de cloruro de mepiquat (PIX), uno y dos litros por hectárea, así como tres niveles de fertilización (400-70-30, 150-70-30 y 150-300-30). En promedio de los tratamientos manejados, la crusa simple B16XB17 superó en rendimiento de semilla a la crusa simple B32XB33; esto se puede deber a la mayor adaptación de la primera crusa a las condiciones bajo las cuales se realizó el estudio (Cuadro 1). En todos los casos hubo un efecto positivo sobre rendimiento de las diferentes fertilizaciones realizadas, así como de la aplicación de fitohormonas, por ejemplo, con la aplicación de ácido giberélico (20 ppm), el rendimiento se incrementó en más de 100% (Medina, 1993). La altura de planta y mazorca prácticamente no se afectó con la aplicación de los agroquímicos.

En 1992 se condujo en el invernadero del CEVAMEX, un trabajo donde se aplicó ácido giberélico en dosis de 96 ppm, tres aplicaciones, con un intervalo de siete días y cloruro de mepiquat a razón de un litro por

Cuadro 1. Rendimiento de semilla (kg/ha) y altura de planta y mazorca (cm) en progenitores del híbrido de maíz H-311.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	% Sobre Testigo	Altura de planta (cm)	% sobre Testigo	Altura de mazorca (cm)	% sobre Testigo
B32XB33						
Giberelinas (20 ppm)	1.359	250,3	208	107,2	114	110,7
Giberelinas (40 ppm)	1.299	239,2	205	105,7	118	114,5
Giberelinas (60 ppm)	657	120,9	194	100,0	110	106,8
400-70-30	1.265	232,9	201	103,6	107	103,9
150-70-30	797	146,8	189	97,4	99	96,1
150-300-30	2.274	418,7	198	102,1	106	102,9
PIX (1 lt/ha)	1.090	200,7	192	98,9	99	96,1
PIX (2 lt/ha)	1.830	337,0	208	107,2	113	109,7
Testigo	543	100,0	194	100,0	103	100,0
Media	1.235					
B16XB17						
Giberelinas (20 ppm)	3.539	211,8	97	97,9	49	106,5
Giberelinas (40 ppm)	3.590	214,8	105	106,0	48	104,3
Giberelinas (60 ppm)	3.987	238,6	96	96,9	45	97,8
400-70-30	3.632	217,3	95	95,9	48	104,3
150-70-30	3.819	228,5	93	93,9	41	89,1
150-300-30	3.861	231,0	95	95,9	45	97,8
PIX (1 lt/ha)	3.484	208,5	101	102,0	48	104,3
PIX (2 lt/ha)	4.104	245,6	91	91,9	45	97,8
Testigo	1.671	100,0	99	100,0	46	100,0
Media	3.521					
D.S.H. (0,05)	443		15		2,4	

hectárea (PIX). Los resultados de los análisis de varianza señalan que hubo diferencias estadísticas altamente significativas para las variables altura de planta, altura de mazorca y distancia entre nudos, lo cual es importante de acuerdo a los objetivos del trabajo.

La floración masculina de B32XB33 y B16XB17 se adelantaron en cuatro y dos días respectivamente, por efecto de ácido giberélico. Con respecto a altura de planta, el ácido giberélico provocó un incremento de 53 cm, es decir 49% por arriba de la altura de planta del testigo sin aplicar (108 cm). La crusa simple B32XB33 incrementó su altura en 14,5%, por la aplicación de ácido giberélico (Medina 1993).

Los datos obtenidos señalan que si se utilizará ácido giberélico en la crusa simple B16XB17, la altura que alcanza con este tratamiento de fitohormona, es superior a la altura de jilote y mazorca de la crusa simple B32XB33, lo que indica que se resolvería el problema de ubicación de espiga con respecto a estigmas.

La mayor altura de planta en la crusa B16XB17, se debe a la mayor distancia de entre nudos por aplicación de giberélico (16,5 cm) con respecto al testigo (9,5 cm), lo anterior implica una mayor altura del progenitor macho, lográndose una mejor oportunidad de polinización para la hembra y con ello mejor producción de semilla.

Del anterior trabajo se puede concluir que:

El ácido giberélico aumentó la altura de planta del progenitor B16XB17, de tal forma que podría ser un auxiliar para mejorar la capacidad polinizadora del progenitor macho en la producción de semilla del híbrido de maíz H-311.

El producto PIX no afectó la altura de planta del progenitor hembra B32XB33, en cambio en el progenitor macho si se notó cierta tendencia para acortar la altura.

Contrario a lo que ocurre en otras regiones el progenitor B16XB17 superó en rendimiento en todos los tratamientos al progenitor hembra B32XB33.

La aplicación de ácido giberélico al progenitor hembra B32XB33 hace posible acelerar la floración femenina al adelantárla por tres días con respecto al testigo bajo condiciones de invernadero.

En el progenitor B16XB17 el efecto de PIX (un litro por hectárea) fue contrario al efecto del ácido giberélico, es decir se acortó el tamaño de entrenudos y por ello, la altura de planta y mazorca en invernadero, no siendo deseable para este progenitor.

Las condiciones climáticas donde se realizó el experimento, no son las recomendadas para el desarrollo de los progenitores del híbrido de maíz H-311, por lo que se requiere verificar la información señalada.

Conviene destacar que la PRONASE ha utilizado en lotes de producción de semilla comerciales ácido giberélico, para incrementar la altura de la crusa simple B16XB17, lo cual valida en cierta medida la información presentada.

El maíz H-311 PLUS

En el Campo Experimental Calera en Zacatecas, se han efectuado trabajos para avanzar en pureza y hasta cierto grado selección de cada una de las líneas del híbrido H-311 (Medina 1999, comunicación personal), actualmente se están describiendo las cuatro líneas progenitoras, en forma comparativa con las líneas originales, al término de estas actividades los investigadores definirán si cualitativamente, los materiales poseen características que los hagan diferentes y con ello se justifique su inscripción ante el Catalogo de Variedades Certificables (CVC), como una nueva variedad.

Resultados de orden directa y recíproca

En el ciclo primavera/verano de 1997, fueron evaluadas en dos localidades de Zacatecas, el H-311 en crusa directa y crusa reciproca, así como la versión plus (purificada), se empleo un diseño de bloques completos

Cuadro 2. Cuadros medios y significancia para variables evaluadas en la aplicación de fitohormonas sobre progenitores del híbrido de maíz H-311 en invernadero.

Variable	Genotipo	Fitohormona	Genotipo x Fitohormona	C.V. (%)
Floración Masculina (días)	36,00	28,00	12,00	0,00
Floración Femenina (días)	81,00	7,00	63,12	0,00
Altura de planta (cm)	10590,25**	693,75**	675,58**	5,43
Altura de mazorca (cm)	42161,78**	320,19**	518,36**	7,19
Distancia entre nudos (cm)	887,05**	211,16**	9,18**	7,86

** significativo al 0,01 de probabilidad

Cuadro 3. Resultados obtenidos con los progenitores del híbrido H-311 como respuesta a la aplicación de fitohormonas en invernadero.

Tratamiento	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Distancia entre nudos (cm)
B32XB33					
Giberelinas	109 b	116 c	229 a	128 a	25,9 a
PIX	109 b	117 b	209 b	117 c	20,2 b
Testigo	113 a	119 a	200 c	117 b	17,9 c
B16XB17					
Giberelinas	107 c	111 e	161 d	83 d	16,5 d
PIX	109 b	115 d	97 f	44 f	8,3 f
Testigo	109 b	111 e	108 e	63 e	9,5 e
D.S.H. (0.05)	1,3	1.0	3,6	8,6	6,26

* Letras diferentes señalan diferencias estadísticas entre tratamientos.

al azar, con cuatro repeticiones, se manejó una densidad de población de 65000 plantas/ha.

Los resultados señalan que el híbrido H-311 en su versión reciproca rindió 11612 kg/ha, apenas superior en 2,8% con respecto a la versión de H-311 directa (11291 kg/ha), así como 1,2% con relación a la versión plus (purificado) del H-311 que produjo 11465 kg/ha.

Las diferencias en rendimiento y características agronómicas sólo fueron numéricas, ya que estadísticamente no hay separación entre los tres materiales. Esto es importante desde el punto de vista de producción de semillas, ya que se demuestra que se puede adoptar cualquiera de las versiones para la multiplicación de la semilla, debiéndose considerar otros factores como aquí se señalan para decidir cuál orden de cruce es conveniente (Espinosa *et al.* 1995).

Una forma de eliminar la dificultad para producción de semilla, por el diferencial a floración entre progenitores y por la altura de planta, sería establecer una conformación del H-311, en versión trilineal, es decir (B16XB17) X B33, (B16XB33)XB32, (B17 XB33) XB32, (B16XB32)XB33, (B17XB32)XB33. Combinaciones que exhiben mayor capacidad de rendimiento.

CONCLUSIONES

El híbrido de maíz H-311, posee características que lo hacen atractivo, posee buen potencial de rendimiento comercial. Sin embargo para su explotación extensiva, ha presentado algunas limitaciones desde el punto de vista de tecnología de semillas, se ha utilizado la versión directa y reciproca para producción de semillas, lo cual es correcto ya que no hay influencia en la productividad del híbrido final por incrementar su semilla en una forma u otra.

El orden adecuado en todo caso debe definirse por las ventajas y desventajas en cada caso, ya que en cada forma hay elementos de tecnología de semillas que pueden auxiliar para el correcto manejo de la producción de semilla.

En este trabajo se presentan alternativas de manejo, demostrándose que podría producirse semilla en forma adecuada, haciendo énfasis en el uso de ácido giberélico para incrementar la altura de la planta (espiga), para facilitar la polinización y fecundación.

Cuadro 4. Rendimiento y características agronómicas del análisis conjunto de la evaluación del híbrido de maíz H-311 en versión directa, reciproca y purificado (PLUS). Calera y Villanueva, Zacatecas. 1997R.

Orden	Rendimiento (kg/ha)	Floración (días)	Altura		Calificación	
			Planta (cm)	Maz. (cm)	Planta	Mazorca
H-311 Recíproca	11612	90	2,84	1,49	9,1	9,2
H-311 Purificado	11465	91	2,72	1,47	8,8	9,1
H-311 Directa	11291	92	2,92	1,65	8,9	8,9

LITERATURA CITADA

BARTOLINI, R. 1990. El maíz. Editorial Mundi-Prensa. España. p. 32-34

ESPINOSA, A.; CARBALLO, A. 1987. H-135 Nuevo maíz híbrido de riego para la zona de transición El Bajío – Valles Altos. Folleto Técnico No. 1. CAEVAMEX, INIFAP, SARH, Chapingo, México. p. 16

ESPINOSA, A.; TADEO, M. 1988. Efecto del orden de cruceamiento en la producción de semillas de híbridos de maíz de temporal. *In:* Resúmenes del XII Congreso Nacional de Fitogenética, SOMEFI, Chapingo, México. 392 p.

ESPINOSA, A.; TADEO, M.; PIÑA, A. 1995. Estabilidad del rendimiento en híbridos de maíz por diferente orden de cruce en la producción de semilla. *Agronomía Mesoamericana* 6: 98-103.

MEDINA S., H. 1993. Aplicación de fitohormonas para acelerar floración y modificar la altura de planta en los progenitores del híbrido de maíz H-311. Tesis Profesional. FESC-UNAM, Cuautitlán Izcalli, México. p. 67

MEDINA, E. 1999. Híbrido H-311. Investigador de Semillas, Campo Experimental Calera, CIRNOC, INIFAP. Comunicación personal.

RAMÍREZ, J.L.; RON, J.; VENEGAS, H.; HERRERA, R.; DELGADO, H.; VALDEZ, H. 1988. Comparación de la cruce directa y recíproca en el híbrido de maíz H-311 en la región Centro de Jalisco. *In* Resúmenes del XII Congreso Nacional de Fitogenética, SOMEFI, Chapingo, México. p. 302

TADEO, M. 1991. Producción de semillas en híbridos de maíz con problemas de sincronía en la floración de sus progenitores. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 65 p.