

Híbridos triples en maíz alternativa para incrementar la producción en áreas de temporal

Triple hybrids in alternative corn to increase production in rainfed areas

OSAWA-MARTÍNEZ, Eiko*†, MINJAREZ, Benito, MORALES-RIVERA, Moisés y MENA-MUNGUÍA, Salvador

ID 1^{er} Autor: *Eiko, Osawa-Martínez* / ORC ID: 0000-0001-7539-6044, Researcher ID Thomson: 2231-2018, CVU CONACYT ID: 724639

ID 1^{er} Coautor: *Benito, Minjarez* / CVU CONACYT ID: 209055

ID 2^{do} Coautor: *Moisés, Morales-Rivera* / CVU CONACYT ID: 218482

ID 3^{er} Coautor: *Salvador, Mena-Munguía* / CVU CONACYT ID: 55746

Recibido: 30 de Enero, 2018; Aceptado 20 de Marzo, 2018

Resumen

La demanda de consumo de maíz blanco en México, es complementada a través de las importaciones. La autosuficiencia es un objetivo prioritario que lleva a desarrollar todas las estrategias disponibles, una de éstas es el desarrollo de cultivares mejorados que incrementen la producción y estén al alcance de los pequeños y medianos productores. En el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara se tiene como objetivo desarrollar variedades que se adapten a subtropical y en cultivo de temporal. La siguiente investigación evaluó 14 híbridos triples, un híbrido simple MR 2008, un triple MR2009 y un comercial P3015 de grano blanco en el estado de Jalisco en un diseño de Bloques al Azar con análisis combinado para las localidades de Zapopan, Magdalena y Villa Corona derivados de la cruce de un híbrido simple MR 2008 y las líneas endogámicas F8 de una población DK 2020, identificando tres híbridos triples promisorios para esta zona. MR2008 X LUG P 609, QPM2006 X LUG P 603, MR2008 X LUG P 680 y MR 2009 con promedios de 7.29 a 6.32 Ton ha⁻¹ y días a floración masculina y femenina entre 75 y 81.

Maíz, Híbridos Triples, Rendimiento

Abstract

The demand for white corn consumption in Mexico is complemented through imports. Self-sufficiency is a priority objective that leads to develop all available strategies, one of these is the development of improved cultivars that increase production and are within the reach of small and medium producers. In the Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias of the Universidad of Guadalajara, the objective is to develop varieties that adapt to the subtropical and seasonal crops. The following research evaluated 14 white grain triple hybrids, simple hybrids MR 2008, triple hybrid MR 2009 and P3015 in the state of Jalisco, in a randomized block design with combined analysis for the Zapopan, Magdalena and Villa Corona localities derived from the crossing of a simple hybrid MR 2008 and inbred lines F8 of a population DK 2020, identifying 3 promising triple hybrids for this area. MR2008 X LUG P 609, QPM2006 X LUG P 603, MR2008 X LUG P 680 and MR 2009 with averages of 7.29 to 6.32 Ton ha⁻¹ and days to male and female flowering between 75 and 81.

Corn, Triple Hybrids, Yield

Citación: OSAWA-MARTÍNEZ, Eiko, MINJAREZ, Benito, MORALES-RIVERA, Moisés y MENA-MUNGUÍA, Salvador. Híbridos triples en maíz alternativa para incrementar la producción en áreas de temporal. Revista del Desarrollo Urbano y Sustentable. 2018. 4-10: 1-7.

*Correspondencia al autor (Correo electrónico: eiko.osawa@cucba.udg.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

Uno de los objetivos prioritarios para abastecer las necesidades alimentarias y obtener la autosuficiencia es el incremento en la producción de granos; en especial el maíz, ya que en México es el principal cereal consumido por la población (Panorama Agroalimentario 2016).

Aunque existen productoras de semillas híbridas, en muchas de nuestras regiones del país, esta semilla mejorada no es suficiente o es demasiado costosa para ser adquirida por los medianos y pequeños productores. De tal forma que bajar el costo de producción mediante híbridos triples, puede proporcionar un aumento en la cantidad de semilla mejorada, propiciando el acceso a los productores medianos y pequeños aprovechando la heterosis de estos cultivares.

Un híbrido se obtiene de la cruce de 2 líneas endogámicas no emparentadas, éstos presentan características genéticas mejoradas con un alto rendimiento. Los híbridos triples generalmente se obtienen de una cruce simple que funge como hembra y una línea endogámica utilizada como macho. MacRobert, (2014).

En el CUCBA (Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias) se desarrollan investigaciones con el objetivo de encontrar variedades productivas, que se adapten a las regiones maiceras principalmente del Subtrópico, ofreciendo más opciones con variedades mejoradas y adaptadas. Dado que que la producción de un híbrido debe evaluarse consistentemente el objetivo del presente estudio fue determinar los mejores híbridos trilineales de maíz blanco con base a sus niveles de producción en las zonas de temporal en el estado de Jalisco, México.

Justificación

La autosuficiencia alimentaria se puede lograr elevando la producción de los diferentes productos agrícolas clasificados dentro de la canasta básica entre los que se destacan a los cereales.

En el caso particular de México, el maíz, representa el primer alimento para la mayoría de la población; desafortunadamente, actualmente este cultivo junto a otros presenta problemas de abastecimiento para el consumo doméstico, esto asociado principalmente, a la baja producción. Por lo que es necesario importar de otros países este grano, para complementar tanto la demanda humana, como el consumo del ganado y el uso industrial SAGARPA (2016).

Problema

Las condiciones actuales de producción de grano de maíz en México resultan insuficientes, limitando cubrir la demanda actual no solo para el consumo humano sino también para su uso agropecuario e industrial. Por consecuencia es necesaria suplir la demanda con altas tasas de importación, con el fin de cubrir sobre todo la necesidad referente al consumo nacional doméstico e industrial. Pues, los últimos reportes sobre el total de producción nacional señalan que los promedios de rendimiento por hectárea son 3.2 ton/ha lo cual deben aumentar a fin de lograr la suficiencia alimentaria. Una de las estrategias es producir semilla híbrida a menor costo y con mejor posibilidad de aumentar el rendimiento.

Los híbridos trilineales ofrecen una opción atractiva en la producción de semilla, por tener un progenitor simple como hembra y un menor costo comercial sumando la ventaja en la productividad a través de la expresión de la heterosis y mejor estabilidad que un híbrido simple. Sierra-Macías et al. (2005).

Hipótesis

Los híbridos triples pueden contribuir al aumento en rendimiento, con una mejor adaptación al medio ambiente.

Objetivos

Identificar híbridos triples sobresalientes en rendimiento para zonas subtropicales de temporal en el programa de mejoramiento en CUCBA Universidad de Guadalajara.

Objetivo General

Identificar híbridos triples con buen desempeño en temporal para Jalisco.

Objetivos específicos

Determinar los mejores híbridos triples para la evaluación de la Prueba de Rendimiento en el ciclo primavera verano mejores que el híbrido simple MR2008 (P/V) 2017.

Marco Teórico

En nuestro país existe un déficit en la producción de maíz blanco para consumo humano, pues según datos del Programa alimentario para maíz 2016 indicó que para el año 2015, México debió importar alrededor de 11.3 millones de toneladas con la finalidad de suplir la demanda en el consumo nacional. Esto resulta realmente alarmante pues, el consumo per cápita del mexicano es de 330 gramos por día, cuya ingesta proporcionan entre el 32 y el 55% de las proteínas de la dieta convencional de la mayoría de los mexicanos especialmente los de bajos ingresos (FAOSTAT, 2014). Lo anterior, deja de manifiesto al maíz como el principal cereal social y de mayor consumo nacional.

Con la finalidad de mejorar el sistema productivo y aumentar los rendimientos, los factores que modifiquen substancialmente la producción son analizados de manera recurrente.

Así, Damián-Huato *et al.* (2013), en el trabajo referente a los patrones tecnológicos y la seguridad alimentaria concluyen que se debe lograr un mayor rendimiento mejorando la transferencia de innovaciones tecnológicas. En sus resultados identifican que la mayoría de los productores maiceros que muestreó el estudio, no tienen una seguridad en la producción y presentan un déficit de 229 kg de maíz por año.

Por otro lado, diversas investigaciones hechas mediante la comparación de las producciones promedio entre los años 2001 al 2014, de los distritos de riego contra los de temporal y el rendimiento por hectárea del maíz para grano en México, indicaron que los rendimientos promedios reportados no presentan diferencias significativas, al comparar estadísticamente los valores aparentemente mayores, de las producciones de riego contra los de temporal, reportando un promedio para esta última región de 3.2 ton ha⁻¹, Montesillo-Cedillo J., (2016).

Cabe mencionar, que la expresión de un comportamiento superior por parte de las cruza de líneas endogámicas conocidas como heterosis, es un efecto aprovechado para incrementar el rendimiento por unidad de área. (González-Torres *et al.*). Como fue demostrado en trabajos realizados en el 2017, donde se describe que el vigor de los híbridos se expresa mayormente en cruzamientos de líneas de diferente origen genético.

Sumado a todo lo anteriormente mencionado destacamos que, actualmente la producción de semilla mejorada para este cereal no es suficiente para cubrir la demanda de siembra en cada ciclo en nuestro país. (SAGARPA Boletín 2017).

Pues, se estimó que para este año 2017 las exportaciones para este tipo de cultivo fueron por 682 mil toneladas; semilla para siembra, 177 mil toneladas; y se contó con un inventario final de 2.3 millones de toneladas.

Metodología de Investigación

El presente trabajo forma parte del programa para la generación de híbridos para las distintas zonas productoras de maíz del subtrópico. El cual, se desarrolla principalmente en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara.

Materiales y métodos:

Para la realización del presente estudio, fueron seleccionados y evaluados 14 diferentes materiales de grano blanco (híbridos triples), dos híbridos generados por mejoradores del CUCBA, una cruce simple MR 2008, un híbrido triples MR 2009; para ambos materiales se cuenta con títulos de obtentor por parte de la Universidad de Guadalajara, además de un híbrido comercial denominado P3015.

Además, cada híbridos triple procede de una líneas endogámicas como macho, con ocho ciclos de autofecundación provenientes de una población F2 del híbrido DK 2020 y la cruce simple del Híbrido MR 2008 como hembra. La siembra fue de temporal en un Diseño de Bloques al azar con una densidad de siembra de 75 000 pl/ha.

Las evaluaciones fueron sembradas en tres distintas localidades en condiciones de temporal.

La primera de las cuales es referente al campo experimental del CUCBA en el ciclo P/V 2017; el cual se localiza en Las Agujas, Zapopan Jalisco.

El segundo predio se encuentra en San Andrés Municipio de Magdalena, Jalisco y el tercer predio esta localizado en Estipac Municipio de Villa Corona, Jalisco. Dichos materiales presentaron las siguientes características Tabla 1.

Localidades	Zapopan Las Agujas	Magdalena: San Andrés	Villa Corona Estipac
Coordenadas	20°44' 34.5" N 103° 30' 56" W	20° 55' 19" N 104° 06' 09" W	20° 21' 52" N 103° 43' 19" W
Clima	Templado, semiseco con invierno y primavera secos y semicálidos invierno benigno. Tm 23.5°C pp 906.1mm	Semiseco con invierno y primavera secos, y semicálidos sin estación invernal definida. Tm 21.4°C y pp 1013 mm	Semiseco y semicálido, sin estación invernal definida. Tm 20.5°C y pp promedio 793 mm
Suelo	Suelo dominante tipo regosol eútrico y feozem háptico asociados con luvisol crómico.	Suelo dominante vertisol pélico asociados con litosol, luvisol y regosol eútrico.	Suelo dominante tipo feozem háptico y vertisol pélico asociado con regosol eútrico.
Altitud	1648 msnm	1675 msnm	1330 msnm

Tabla 1 Características de las localidades

Por su parte, el manejo agronómico se realizó de acuerdo a lo acostumbrado por cada agricultor participante en cada región, para este tipo de cultivo. La siembra para el predio localizado en Zapopan, Jalisco se hizo de forma manual el día 22 de junio y la cosecha el día 15 de diciembre. Para el caso de la localidad de Magdalena la siembra se realizó el día 26 de junio y la cosecha se llevó a cabo el 20 de diciembre. Finalmente, para el caso del predio ubicado en Villa Corona, la siembra fue el día 19 de junio y cosecha el 19 de diciembre.

Como medidas de fertilización se utilizaron los siguientes elementos: Nitrógeno, Fosforo y Potasio; los cuales fueron aplicados con la fórmula 200-100-00 kg/ha respectivamente. Donde, se utilizaron como fuente de nitrógeno Urea y Fosfatodiamónico (DPA) y la mitad de nitrógeno se aplicó al inicio y el resto en V6 (etapa de crecimiento 6 hojas). Además, cada uno de los cultivos fue tratado con los herbicidas Acetoclor a una concentración de 4 L/ha y Atrazina con 1.5 kg/ha, preemergentes.

También se aplicaron los insecticidas Clorpirifos Etil más Permetrina 250ml/ha.

Lo anterior para las labores de las localidades de Zapopan y Magdalena, para el caso particular del predio localizado en Villa Corona se aplicó de manera complementaria Dimetoato 1 L/ha. para el control de *Spodoptera frugiperda*.

Diseño experimental y análisis estadístico
Para el análisis estadístico se utilizó el diseño de bloques completos al azar para los 17 tratamientos con dos repeticiones. La parcela útil fue de dos surcos de 5m de largo por 0.8 m de separación entre cada surco obteniendo una unidad experimental de 8 m².

El rendimiento de grano fue ajustado a 15 % de humedad con la fórmula (1). Los datos fueron analizados mediante el software SAS ver. 9.1 con el procedimiento PROC ANOVA y comparación de medias por Tukey.

$$Kg/ha = \frac{Pgr5mz}{P5mz} \left(\frac{100 - \%H}{85} \right) PMZ \left(1 + \frac{\bar{x}_{pl} - No.pl}{\bar{x}_{pl}} \cdot 0.6 \right) \left(\frac{10000}{Aup} \right) \quad (1)$$

Kg/ha = Toneladas por hectárea

Pgr5mz = peso de grano de 5 mazorcas

P5mz = peso de 5 mazorcas

% H = porcentaje de humedad

PMZ = peso de campo de todas las mazorcas cosechadas por parcela

\bar{x}_{pl} = media de plantas del experimento

No. pl = número de plantas en la parcela

85 valor para corrección de humedad al 15 %

Aup = Área útil de parcela en m²

Tipo de Investigación

Investigación aplicada, con la finalidad de identificar los diferentes factores que estén asociados a el aumento en la producción por unidad de área en zonas de temporal a través del uso de semillas mejoradas de maíz de híbridos triples de grano blanco (Figura 1) que contribuyan al aumento del rendimiento promedio por hectárea en Jalisco México.



Figura 1. Híbrido triple grano blanco.

Las Fuentes utilizadas para el proyecto se fundamentaron en:

- Las necesidades de semilla mejorada para incrementar la producción nacional por hectárea de granos de maíz.
- Los estudios en maíz y el aprovechamiento de la heterosis.
- El comportamiento del cultivo las zonas de temporal.
- El Rendimiento en los híbridos trilineales.

Resultados

En la introducción mencionamos que uno de los objetivos prioritarios es elevar la producción por unidad de área para lograr la autosuficiencia alimentaria en México, aumentando la producción nacional promedio de 3.2 T/ha en las zonas de Temporal.

Por lo que, para la realización del presente trabajo nos propusimos en primer lugar, identificar a aquellos híbridos triples que mostraran un alto desempeño para la variable rendimiento, durante la siembra de temporal en tres distintas localidades del estado de Jalisco. Por lo que fue necesario analizar de manera individual las tres localidades evaluadas estadísticamente por medio del diseño de bloques al azar y en forma combinada, encontrando significancia en ambos análisis Tabla 1 y Tabla 2. Donde se destaca de manera particular a la localidad de Zapopan, pues presentó inundaciones considerables durante la etapa de crecimiento en V4, durante una semana; lo anterior se debió por la gran cantidad de lluvia precipitada.

Por lo que, a lo largo de la evaluación algunas de las plantas se vieron dañadas, lo que muy probablemente afectó la expresión de los híbridos para esta localidad Tabla 3. Así, en la Tabla 2 se resumen el comportamiento observado referente a los promedios de rendimiento a través de un análisis comparativo para cada una de las localidades evaluadas.

Fuentes de Variación	G.L	Zapopan	Magdalena	Villa Corona
CMVariedades	16	1.67123993ns	3.05627574**	2.39236109*
CMRepeticiones	2	5.27746751*	1.16365000ns	22.17639164**

Tabla 2 Cuadrados medios y nivel de significancia de los análisis de varianza de las tres localidades evaluadas.

Posteriormente, los datos fueron agrupados y analizados estadísticamente por medio de un análisis combinado con diseño de bloques al azar para cada uno de las variedades de maíz de interés. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3. Donde se aprecia diferencia altamente significativa entre las tres localidades, para cada uno de los híbridos y entre las localidades y las variedades de interés para el presente trabajo.

Fuente	GL	Anova	CM
Loc	2	261.6117784	130.80588 **
Loc*Rep	3	28.6066647	9.5355**
Var	16	73.0136490	4.5633651**
Loc*Var	32	40.9524216	1.2797632 ns

Tabla 3 Análisis combinado por bloques al azar

Por su parte, el análisis comparativo realizado para los promedios por el método de Tukey señala el promedio de rendimiento destacando por orden descendente en promedio de producción al híbrido triple número 5. MR2008 X LUG P 609, seguido del híbrido triple 9. QPM2006 X LUG P 603, 8. MR2008 X LUG P 680 y 16 MR 2009 con promedios de 7.29 a 6.32 Ton ha⁻¹ (Tabla 4) y con 75 y 81 días a floración masculina y femenina (datos no mostrados). Siendo estos los mejores híbridos en las tres diferentes localidades analizadas.

HÍBRIDO REND.	ZAPOPAN Ton/ha	MAGDA LENA Ton/ha	VILLA CORONA Ton/ha	PROM. Ton/ha	COMPARACIÓN. POR TUKEY
1.MR2008xLUG P 606	4.37	8.15	5.76	6.09	ABC
2.MR2008xLUGP 602	5.11	7.69	5.34	6.05	B
3.MR2008xLUGP 601	3.20	8.48	4.21	5.30	B
4.MR2008xLUG P 603	4.16	9.26	4.02	5.81	BC
5.MR2008xLUG P 609	5.53	8.95	7.39	7.29	A
6.MR2008xLUG P 610	4.17	6.45	5.93	5.51	BC
7.MR2008xLUG P690	4.21	9.00	5.94	6.38	A
8.MR2008xLUGP 680	4.64	8.65	6.12	6.47	A
9.QPM2006xLUG P603	4.73	7.62	7.08	6.48	A
10.QPM2006xLUG P 608	2.50	5.27	4.28	4.01	C
11.QPM2006xLUG P 607	2.48	4.87	4.71	4.02	C
12.QPM2006xLUG P 610	2.71	8.02	5.03	5.25	C
13.QPM2006xLUG P 605	3.98	8.28	4.20	5.49	B
14.QPM2006xLUG P 680	4.33	7.19	4.69	5.40	B
15. MR 2008 (Simple)	3.27	7.97	4.24	5.16	C
16.MR2009 (Triple)	4.18	8.64	6.16	6.32	A
17.P3015	2.89	7.60	3.79	4.76	C
PROM. AMB.	3.91	7.77	5.23	5.63	

Tabla 4 Comparación de medias por Tukey del análisis combinado, para Rendimiento de híbridos Triples en Zapopan, Magdalena y Villa Corona Jalisco México, P/V 2017. $P \alpha=0.05$. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

Conclusiones

En los últimos años, se ha incrementado el interés en la búsqueda y selección de semillas mejoradas que brinden una mejora en el rendimiento por hectárea y lleven a la autosuficiencia en la producción de maíz para México.

Los promedios de los híbridos triples evaluados estuvieron por encima del promedio nacional para las zonas de temporal con un rendimiento promedio de 3.2 Ton ha⁻¹ (ver tabla 3). Lo que resulta atractivo pues brinda diversas opciones en el uso de híbridos triples de grano de maíz blanco, para los productores.

Es por ello, que el objetivo principal de este trabajo tuvo como fin, el analizar los rendimientos comparativos del híbrido simple MR 2008, 5.16 T/ha en promedio general con el triple MR 2009, 6.2 T/ha (tabla 3), se puede observar que los promedios de rendimiento fueron menos afectados en el híbrido triple.

A pesar de que los datos aquí mostrados resultan alentadores y muestran una marcada tendencia a un incremento en el rendimiento por hectárea. Aun es necesario continuar con las evaluaciones de estos materiales para identificar la consistencia de estos híbridos en otras localidades del estado de Jalisco.

Referencias

Barron-Reyre., Salndova-Rincón A. y Vazquez-Carrillo G. (2005), *H-518, Híbridos trilineales de maíz para el trópico húmedo de México.*, Agric. Téc. Méx. 32:115-119.

Damián-Huato M., Cruz-León A., Ramírez-Valverde B., Romero-Arenas O., Moreno Limón S., Reyes-Muro L., (2013) *Maíz, alimentación y productividad: Modelo tecnológico para productores de temporal de México.* Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 10:157-176.

FAOSTAT(2014), *para proteínas g/persona por día suministro alimentario/cultivos equivalentes*

Fortalece México autosuficiencia en la producción de maíz blanco. <http://sagarpa.gob.mx/Delegaciones/bajacaliforniasur/boletines/Paginas/2017BS031.aspx>

González-Torres, Anselmo, Luna-Ortega, J Guadalupe, Gallegos-Robles, Miguel A, García-Hernandez, José L, Preciado-Rangel, Pablo, Guerrero-Guerrero, César, & García-Carrillo, Mario. (2017). Aptitud combinatoria y heterosis en híbridos de líneas endogámicas de maíz. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 4(11), 223-232. <https://dx.doi.org/10.19136/era.a4n11.930> <http://faostat3.fao.org/browse/FB/CC/S> Consultado 11 de junio 2016. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200637/Panorama_Agroalimentario_Ma_z_2016.pdf Consultado mar. 2018.

MacRobert J. F., Setimela P., Gethi J. y Worku R., (2015), *Manual de producción de semilla híbrida.* CIMMYT, México D. F., 26pp. <http://libcatalog.cimmyt.org/Download/cim/57179.pdf>. Consultado Abril 21 2018.

Montesillo-Cedillo J., (2016) *Rendimiento por hectárea del maíz grano en México: Distritos de riego vs temporal.* Economía Informa, 398:60-71pp.

SAGARPA (2016), *Panorama agroalimentario maíz 2016, Dirección de investigación y evaluación económica, sectorial.*

Agradecimiento

Agradecemos el apoyo otorgado por parte de Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias para el desarrollo de este trabajo. Además al CONACyT por la beca doctoral Número 724639/634015. de Estela Eiko Osawa Martínez