



Terra Latinoamericana

ISSN: 0187-5779

ISSN: 2395-8030

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.

Borroel García, Victoria Jared; Salas Pérez, Lilia; Ramírez Aragón,
Mercedes Georgina; López Martínez, José Dimas; Luna Anguiano, Jesús
Rendimiento y componentes de producción de híbridos de maíz en la Comarca Lagunera
Terra Latinoamericana, vol. 36, núm. 4, 2018, Octubre-Diciembre, pp. 423-429
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.

DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v36i4.281>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57359463011>

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

Rendimiento y componentes de producción de híbridos de maíz en la Comarca Lagunera

Yield and production components in maize hybrids in the Comarca Lagunera

Victoria Jared Borroel García¹, Lilia Salas Pérez^{2‡}, Mercedes Georgina Ramírez Aragón¹, José Dimas López Martínez³ y Jesús Luna Anguiano¹

¹ Universidad Politécnica de Gómez Palacio. Carretera El Vergel-La Torreña km 0-820, El Vergel. 35120 Gómez Palacio, Durango, México.

² Fac. de Contaduría y Administración. Universidad Autónoma de Coahuila. Fco. Javier Mina 150, Luis Echeverría Álvarez Sector Nte. 27085 Torreón, Coah., México.

‡ Autora responsable (lsalas@upgop.edu.mx)

³ Fac. de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Domicilio conocido, Ejido Venecia. 35170 Gómez Palacio, Durango, México.

RESUMEN

El desabasto de maíz grano para consumo humano hace necesario mejorar su eficiencia de producción haciendo una selección adecuada de híbridos con características adaptables a determinada región. El objetivo de esta investigación fue evaluar cinco híbridos de maíz sobre el rendimiento y componentes de producción en la Comarca Lagunera. Los híbridos evaluados fueron: SB302 (testigo), RX715, Caimán, Oso y Ocelote, los cuales fueron establecidos en campo bajo en un diseño de bloques completos al azar. Los híbridos Caimán, RX715, Oso y SB302 obtuvieron los mayores rendimientos de grano, 14.52 a 15.84 Mg ha⁻¹. Los componentes de producción presentaron una correlación positiva entre longitud y diámetro de mazorca ($r = 0.74$), longitud de mazorca y granos por hilera ($r = 0.83$), longitud de mazorca y granos totales por mazorca ($r = 0.81$). Asimismo, diámetro de mazorca con granos por hilera ($r = 0.62$), número de hileras con granos totales por mazorca ($r = 0.51$) y granos por hilera con granos totales por mazorca ($r = 0.86$). El rendimiento presentó correlación positiva con diámetro ($r = 0.90$) y longitud de mazorca ($r = 0.77$). Se concluye que el híbrido Caimán obtuvo un rendimiento superior (15.84 Mg ha⁻¹) a la media nacional en maíz grano, por tanto se hace la recomendación de potencializar la siembra de maíz grano en la región de la Comarca Lagunera.

Palabras clave: fotoasimilados, riego, maíz grano, producción, temporal.

SUMMARY

The shortage of corn grain for human consumption makes it necessary to improve its production efficiency by making an adequate selection of hybrids with characteristics that are adaptable to a given region. The objective of this research was to evaluate five maize hybrids for yield and production components in the Comarca Lagunera. The hybrids evaluated were SB302 (control), RX715, Cayman, Bear and Ocelot, which were established in the field under a randomized complete block design. The hybrids Cayman, RX715, Bear and SB302 obtained the highest grain yields, 14.52 to 15.84 Mg ha⁻¹. Production components had a positive correlation with length and diameter of ear ($r = 0.74$), length of ear and grains per row ($r = 0.83$), length of ear and total grains per ear ($r = 0.81$). Also, ear diameter correlated with grains per row ($r = 0.62$), number of rows with total grains per ear ($r = 0.51$), and grains per row with total grains per ear ($r = 0.86$). Yield positively correlated with diameter ($r = 0.90$) and ear length ($r = 0.77$). The Cayman hybrid was the hybrid that obtained a yield (15.84 Mg ha⁻¹) superior to the national average in corn grain. Therefore, to potentiate maize production in the region of the Comarca Lagunera, this hybrid is recommended.

Index words: photo-assimilated, irrigation, corn grain, production, temporary.

Cita recomendada:

Borroel García, V. J., L. Salas Pérez, M. G. Ramírez Aragón, J. D. López Martínez y J. Luna Anguiano. 2018. Rendimiento y componentes de producción de híbridos de maíz en la Comarca Lagunera. *Terra Latinoamericana* 36: 423-429.

DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v36i4.281>

Recibido: diciembre de 2017. Aceptado: septiembre de 2018.

Publicado como Nota de Investigación en
Terra Latinoamericana 36: 423-429.

INTRODUCCIÓN

En México, se importan anualmente 1.07 millones de toneladas de maíz grano (SAGARPA, 2017), debido al bajo rendimiento de este producto a nivel nacional que es de 3.2 Mg ha^{-1} (Tadeo *et al.*, 2017). Sin embargo, este dato puede variar de acuerdo a la zona de producción y al tipo de irrigación utilizada, ya sea de temporal y de riego. Por ejemplo, en el norte del país se obtienen rendimientos de 8 Mg ha^{-1} , bajo condiciones de riego, mientras que en condiciones de temporal es de 1 Mg ha^{-1} ; en el centro del país la producción en estos dos sistemas es de 6.1 y 3.7 Mg ha^{-1} , respectivamente; de la misma manera, en el sur los valores son 3.1 y de 2.8 Mg ha^{-1} , respectivamente (Martínez *et al.*, 2007; AgroDer, 2012, Montesillo, 2016). Específicamente, en la Comarca Lagunera el rendimiento promedio de maíz grano es de 3.3 Mg ha^{-1} en riego, (Wong *et al.*, 2007) con una superficie de 1115 hectáreas en su mayoría con híbridos comerciales desarrollados por compañías transnacionales e introducidos en otras áreas del país (Donnet *et al.*, 2012; CONAGUA, 2014). Una alternativa para elevar la producción de maíz es el uso de variedades mejoradas, entre las que se encuentran los híbridos (Espinosa *et al.*, 2009). El uso de híbridos ha permitido mejorar los componentes de producción de la mazorca y por ende elevar el potencial productivo del maíz (Zamudio *et al.*, 2015). Además de la selección del híbrido, los usos de prácticas de cultivo adecuadas pueden incrementar el rendimiento (Chura y Tejada, 2014). Estas afirmaciones son válidas de acuerdo a cada región, dada la competencia por agua, luz y nutrientes, por lo que es importante hacer una selección adecuada de híbridos con características adaptables a determinada región (Bolaños y Claude, 2013). Debido a lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar la relación que pudiese existir entre algunos componentes de producción como: longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras, número de granos por hilera, granos totales por mazorca con el rendimiento total de grano de maíz en cinco híbridos de maíz en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el ciclo agrícola primavera – verano del año 2014 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en Torreón, México.

El sitio experimental se encuentra localizado a una altitud de 1123 m, con coordenadas de $25^{\circ} 31' 11''$ N y $103^{\circ} 25' 57''$ O. El clima predominante es muy seco semicálido (BWH), con precipitación y temperatura promedio anual de 260.7 mm y 20.9°C , respectivamente. Los meses más calurosos son de mayo a agosto y los meses más fríos son diciembre y enero, con régimen de lluvias en verano e invierno fresco (García, 1988).

El área donde se estableció el experimento fue de 600 m², sembrando 20 surcos establecidos a 0.75 m entre surcos y con una longitud de 40 m, cada uno de los híbridos fue sembrado en cuatro surcos, considerando así el tamaño de la parcela experimental de 20 m² (Figura 1). La evaluación de cada híbrido se realizó en dos surcos centrales de la parcela experimental.

La preparación del suelo consistió en un barbecho, rastreo y surcado con la finalidad de tener las condiciones apropiadas para la emergencia y desarrollo de los híbridos. La siembra se llevó de forma manual colocando una semilla por golpe a 4 cm de profundidad a una distancia de 0.12 m entre plantas y 0.75 m entre surcos al centro del surco y a un lado de la línea regante. Se utilizó un riego por cintilla, realizándose un riego de pre-siembra con una lámina de 15 cm y posteriormente los riegos se realizaron cada tercer día hasta los 90 días después de siembra con una lámina de un centímetro. Los análisis químicos del agua se llevaron a cabo de acuerdo con los criterios establecidos por la NOM-127-SSA 1-1994.

La fertilización fue realizada de acuerdo a las recomendaciones del INIFAP (2015) 140-60-00, aplicando la totalidad del fósforo (P) y el 50% del nitrógeno (N) al momento de la siembra y el 50% restante a los 40 días después de siembra.



Figura 1. Croquis de campo de los híbridos evaluados.

Se evaluaron cinco híbridos de maíz: SB 302 (testigo) (proveniente de la compañía Berentsen), RX715, Caimán, Oso y Ocelote (provenientes de la compañía Monsanto). El híbrido SB 302 se tomó como testigo por ser el que más se siembra en la Comarca Lagunera. Las características agronómicas de estos híbridos se observan en el Cuadro 1. La densidad de siembra fue de 111 mil plantas por ha^{-1} . En el estudio se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Las variables de estudio fueron longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras (NH), número de granos por hilera (GH), granos totales por mazorca (GTM) y rendimiento total de maíz grano. Para evaluar LM y DM se utilizó una regla de 30 cm y un vernier respectivamente y se midieron todas las mazorcas correspondientes a la parcela útil de las unidades experimentales. El NH y GH fueron evaluadas contando el número de hileras y granos de una hilera de las mazorcas de las plantas cosechadas de la parcela útil de los tratamientos y sus repeticiones. La variable GTM se estimó a partir del número de granos por hilera multiplicado por el número de hileras.

Para evaluar el rendimiento se siguió la metodología empleada por Pérez-Camarillo (2001). De cada tratamiento se tomó una muestra de 22 mazorcas por repetición de la parcela útil, las cuales se pesaron completas y desgranadas para calcular el factor de desgranado ($\text{FDG} = \text{PG5MZ} / \text{P5MZ}$). Dónde: PG5MZ = peso de grano de 5 mazorcas, P5MZ = peso de 5mazorcas. El peso de grano se determinó calculando el porcentaje de humedad del mismo, para lo cual se tomaron 100 gramos de grano y se secaron en estufa para obtener el peso seco, % de humedad = $100 - \text{PS}$

(peso seco). Con los datos se realizó el cálculo del rendimiento ha^{-1} de grano de maíz = $X * T * (100 - \text{PHG}) / 86 * \text{FDG} * (1000/D)$. Dónde: R = rendimiento de grano (kg ha^{-1}) estandarizado al 14% de humedad, X = peso promedio de las 22 mazorcas (kg), T = número total de mazorcas, PHG = % de humedad del grano al momento de pesar las 22 mazorcas, 86 = factor de desgranado o relación grano – olate, D = ancho del surco.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante un análisis de varianza utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System 9.0 (SAS, 2004). Cuando se detectaron diferencias entre medias, se realizó la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad. Además, se realizó un análisis de correlación de Pearson ($P \leq 0.05$) para detectar correlación entre los parámetros de producción evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la variable longitud de mazorca (LM) se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los híbridos estudiados. Caimán, BS3O2 y Oso mostraron similar longitud de mazorca con 16.28, 16.22 y 15.25 cm, respectivamente (Cuadro 2). El híbrido Ocelote obtuvo la menor LM con 12.51 cm. En general, los resultados obtenidos son similares a los reportados por Silva *et al.* (2009), en cinco líneas de maíz amarillo con un promedio de 15.10 cm de LM; Carrera y Cervantes (2006) reportaron una LM promedio de 14.20. Por otro lado, Gutiérrez y Luna (2002) también evaluaron densidades de siembra altas en la producción de maíz híbrido en Zacatecas y obtuvieron resultados de 14.6 cm de LM.

Cuadro 1. Características agronómicas de los híbridos estudiados en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAAN), Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México, 2014.

Característica	SB302	RX715	Caimán	Oso	Ocelote
Cruza	Intermedio	Precoz	Intermedio	Intermedio	Precoz
Días a floración	75	60	75	75	60
Madurez fisiológica	145	90-95	100-110	100-110	90-95
Acame	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Densidad de siembra	90-92 mil	100-120 mil	80-95 mil	80-130 mil	95 mil
Altura de mazorca	1.4-1.5 m	1.4-1.5 m	1.6-1.8 m	1.2-1.8 m	1.7-1.9 m
Altura de planta	2.40-2.60 m	2.50-2.80 m	2.40-2.80 m	2.2-2.8 m	2.8-3.2 m
Color de grano	Amarillo	Amarillo	Blanco	Blanco	Blanco

Cuadro 2. Variables de respuesta en cinco híbridos de maíz evaluados en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAAN), Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México, 2014.

Híbridos	LM	DM	NH	GH	GTM
----- cm -----					
Caimán	16.28a*	4.87a	15.50ab	36.16a	560.58a
BS302	16.22a	4.76ab	14.83ab	36.16a	536.46ab
Ocelote	12.51c	4.60b	15.08ab	31.75b	478.88b
Oso	15.25ab	4.67b	16.16 a	32.66b	528.09ab
RX715	14.48b	4.80a	14.66b	31.83b	466.86b
Promedio	14.94	4.74	15.24	33.71	514.17
CV	13.55	8.06	11.86	15.37	19.8

LM = longitud de mazorca; DM = diámetro de mazorca; NH = número de hileras por mazorca; GH = granos por hilera; GTM = granos totales por mazorca. *Letras iguales en la misma columna son estadísticamente similares ($P < 0.05$).

La capacidad biológica para el crecimiento y desarrollo funcional de mazorcas es una característica que es influenciada por la genética de la planta, variedad o híbrido, condiciones del cultivo, y características ambientales (Laverde *et al.*, 1986). Dichos factores inciden en las características que determinan los componentes de producción, como lo es la LM, la cual está asociada al rendimiento del grano (Ángeles *et al.*, 2010). Los resultados del presente estudio podrían estar relacionados con la conformación genética de los híbridos, para esta variable (Montesillo, 2016). Contrariamente, el híbrido Ocelote y Oso pudieron haber tenido diferencias de respuesta fisiológica para la formación y desarrollo de mazorca, posiblemente, debido a su diferencia de altura de planta y altura de mazorca (Cuadro 1), indicando que para estos híbrido pudieron verse afectados por la genética y las condiciones de siembra, las cuales causaron que los fotoasimilados se repartieran en la mazorca a lo largo de la planta disminuyendo LM.

En la variable diámetro de mazorca (DM) no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los híbridos estudiados (Cuadro 2). Alfaro y Segovia (2009) reportaron valores similares (4.78 cm) en el híbrido amarillo INIA 21. Peña *et al.* (2008) encontraron valores superiores (5 a 6 cm) a los obtenidos en el presente trabajo. Cervantes *et al.* (2014) indican que la DM varía de acuerdo con el híbrido utilizado. Posiblemente, los híbridos evaluados en este estudio son versiones genéticamente similares para la DM.

El número de hileras por mazorca (NH) presentó diferencia significativa entre los híbridos evaluados

(Cuadro 2). El híbrido Oso presentó el mayor número de hileras (16.16) seguido de Caimán (15.5), Ocelote (15.08) y BS302 (14.83). El híbrido RX715 obtuvo el NH más bajo (14.66). El NH tuvo un promedio de 15.24 hileras por mazorca, lo cual es similar al valor que reporta Espinosa *et al.* (2013) con media de 14 hileras por mazorca. Por su parte, Cervantes *et al.* (2014) encontraron diferencias significativas para NH entre genotipos con media de 13.73 cm. Valores por debajo de los obtenidos en este trabajo, lo cual habla de la capacidad genética de los híbridos estudiados.

Los híbridos Caimán y BS302 presentaron el mayor número de granos por hilera (GH) (36.22), mientras que Ocelote tuvo el valor más bajo (31.75) (Cuadro 2). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cervantes *et al.* (2013) quienes evaluaron híbridos y densidades de siembra y obtuvieron medias de 34.67 y 32.93 respectivamente. Por otro lado, estos resultados muestran valores superiores a los obtenidos por Tadeo *et al.* (2012) quienes evaluaron forraje y grano de híbridos de maíz amarillo y obtuvieron valores de 31 GH. Por lo cual, es posible que esta variable esté influenciada por el efecto del genotipo y por la densidad de siembra utilizada particularmente en este estudio.

Para la variable granos totales por mazorca (GTM) se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los híbridos estudiados (Cuadro 2). Caimán obtuvo los valores más altos de GTM (560.58), mientras que el valor más bajo lo obtuvo el híbrido RX715 (466.9). Los resultados de este trabajo son superiores a lo reportado por Tadeo *et al.* (2012) quienes reportaron 465 granos totales por mazorca al evaluar híbridos de

maíz amarillo en Valles Altos de México. Asimismo, Cervantes *et al.* (2014) obtuvieron valores más bajos con medias de 450.43 granos totales por mazorca. El rendimiento del grano está asociado a la formación y desarrollo de la mazorca, la cual es un receptáculo que representa una fuente de producción de fotoasimilados y vertedero de concentración a través de los granos. Por otro lado, esta variable puede estar influenciada por la densidad de siembra, de acuerdo con Cervantes *et al.* (2014), quienes señalan que las densidades de siembra altas inducen la mayor cantidad de granos. Sin embargo, también existen resultados que indican que hay un efecto inverso en los componentes productivos al incrementar la densidad de siembra (Roy y Biswas, 1992).

Los resultados de rendimiento total de grano presentaron diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los híbridos evaluados (Figura 2). Los híbridos Caimán y RX715 fueron estadísticamente iguales con medias de 15.84 y 15.07, seguidos de Oso y BS302 con 14.52 y 14.15 Mg ha⁻¹ respectivamente. El valor más bajo lo presentó el híbrido Ocelote con 12.38 Mg ha⁻¹. Gallegos *et al.* (2015) quienes evaluaron distintas cruzas obtuvieron un rendimiento de 14.49 Mg ha⁻¹. Betanzos *et al.* (2009) evaluaron 25 híbridos de maíz grano y encontraron diferencia significativa con rendimientos que variaron de 9.6 a 10 Mg ha⁻¹. Aquino *et al.* (2011) obtuvieron valores medios de rendimiento 11 Mg ha⁻¹. Al igual que dichos resultados, este trabajo podrían indicar que el rendimiento total de grano está influenciado por el efecto del genotipo, por lo cual podría inferirse que las características fisiológicas de este híbrido afectaron el rendimiento total de grano debido a la mayor altura de planta y de mazorca que presentó (Cuadro 1).

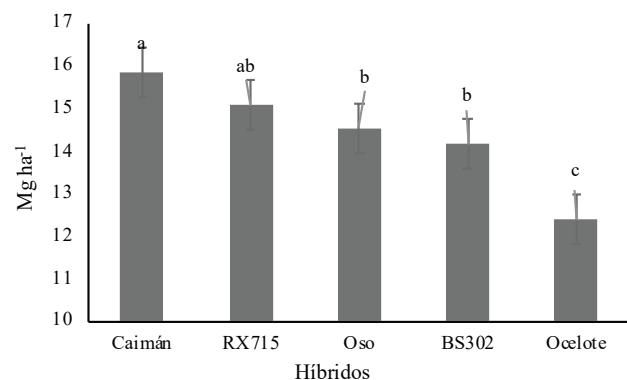


Figura 2. Rendimiento total de grano para cinco híbridos de maíz evaluados en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAAN), Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México, 2014.

Los componentes del rendimiento de grano presentaron una relación fisiológica con variables como longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras y granos por hilera (Laverde, 1986). Lo cual es coincidente con los resultados obtenidos en este trabajo, ya que se observó una correlación positiva (Cuadro 3) entre el rendimiento y los componentes de producción. Se correlacionó significativamente el rendimiento con el diámetro de mazorca ($r = 0.90$) y la longitud de mazorca ($r = 0.77$), lo cual señala que el rendimiento depende en un 90 y un 77% con el diámetro y la longitud de mazorca, respectivamente. Asimismo, la longitud de mazorca se correlacionó con el diámetro de mazorca en un 74% y con el número de granos por hilera en un 83% y por ende con los granos totales por hilera en un 81%. Asimismo, el diámetro de mazorca tuvo correlación con los granos por hilera ($r = 0.62$) y el número de hileras con los granos totales

Cuadro 3. Coeficiente de correlación (r) de Pearson entre rendimiento y componentes de producción en híbridos evaluados en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAAN), Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México, 2014.

	R	LM	DM	NH	GH	GTM
R	1					
LM	0.778316*	1				
DM	0.902157*	0.741495*	1			
NH	0.168	0.205	-0.200	1		
GH	0.469	0.833842*	0.624883*	0.013	1	
GTM	0.499	0.819825*	0.449	0.510728*	0.866066*	1

* Diferencia significativa al ≤ 0.05 , LM = longitud de mazorca; DM = diámetro de mazorca; NH = número de hileras; GH = granos por hilera; GTM = granos totales por mazorca.

por hilera ($r = 0.51$), finalmente los granos por hilera se correlacionaron significativamente con los granos totales por mazorca en un 86%. Esto posiblemente tiene que ver con el hecho de que al aumentar la LM se incrementan las formas de almacenar productos elaborados por la fotosíntesis, incrementándose de manera positiva lineal el diámetro y los granos por hilera, ya que la mazorca funciona como receptáculo de fotoasimilados (Laverde, 1986). Además, el DM puede influenciar el número de hileras y por ende el número de granos por hilera y granos totales por mazorca.

CONCLUSIONES

El resultado para el rendimiento total de grano y la longitud de mazorca de los híbridos evaluados fue similar para el híbrido Caimán, RX715, Oso y BS302, siendo el híbrido Ocelote el que presentó el valor de rendimiento más bajo, por lo que se puede recomendar cualquiera de los cuatro híbridos mencionados bajo la densidad de siembra utilizada en este estudio. Para número de granos por hilera, los híbridos Caimán y BS302 fueron superiores al resto de los híbridos evaluados y para número total de granos por mazorca, el híbrido Caimán presentó el valor medio más alto. Esta recomendación es meramente técnica, falta una conclusión de un artículo científico por ejemplo cuál sería el componente de la producción con mayor potencial para variar el rendimiento.

LITERATURA CITADA

- Ángeles-Gaspar, E., E. Ortiz-Torres, P. A. López y G. López-Romero. 2010. Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. Rev. Fitotec. Mex. 33: 287-296.
- AgroDer. 2012. Producción 2010. Comparativo estatal, modalidad temporal y riego. http://www.agroder.com/Documentos/Publicaciones/Produccion_de_Maiz_en_Mexico-AgroDer_2012.pdf. (Consulta: agosto 14, 2017).
- Alfaro-Jiménez, Y. y V. Segovia-Segovia. 2009. Formación, evaluación y descripción del híbrido simple de maíz (*Zea mays L.*) amarillo INIA 21. Rev. UDO Agríc. 9: 449-508.
- Aquino-Martínez, J. G., A. Sánchez-Flores, A. González-Huerta y J. R. Sánchez-Pale. 2011. Resistencia de variedades e híbridos de maíz (*Zea mays L.*) a *Sporisorium reilianum* y su rendimiento de grano. Rev. Mex. Fitopatol. 29: 39-49.
- Betanzos-Mendoza, E., A. Ramírez-Fonseca, B. Coutiño-Estrada, N. Espinosa-Paz, M. Sierra-Macías, A. Zambada-Martínez y M. Grajales-Solís. 2009. Híbridos de maíz resistentes a pudrición de mazorca en Chiapas y Veracruz, México. Agric. Téc. Méx. 35: 389-398.
- Bolaños-Aguilar, E. D. y J. Claude-Emile. 2013. Efecto de la distancia entre surcos y densidad de siembra en el rendimiento y calidad del forraje de sorgo. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 4: 161-176.
- Carrera-Valtierra, J. A. y T. Cervantes-Santana. 2006. Respuesta a densidad de población de cruzas de maíz tropical y subtropical adaptadas a Valles Altos. Rev. Fitotec. Mex. 29: 331-338.
- Cervantes-Ortíz, F., J. Covarrubias-Prieto, J. A. Rangel-Lucio, A. D. Terrón-Ibarra, M. Mendoza-Elos y R. E. Preciado-Ortiz. 2013. Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz. Agron. Mesoame. 24: 101-110.
- Cervantes-Ortíz, F., M. T. Gasca-Ortiz, E. Andrio-Enriquez, M. Mendoza-Elos, L. P. Guevara-Acevedo, F. Vázquez-Moreno y S. Rodríguez-Herrera. 2014. Densidad de población y correlaciones fenotípicas en caracteres agronómicos y de rendimiento en genotipos de maíz. Cienc. Tecnol. Agropec. Méx. 2: 9-16.
- Chura-Chuquija, J. and J. Tejada-Soraluz. 2014. Behavior of yellow corn hybrids in town of La Molina, Perú. IDESIA (Chile) 32: 113-118.
- Donnet, L., D. López, J. Arista, F. Carrión, V. Hernández y A. González. 2012. El potencial de mercado de semillas mejoradas de maíz en México. CIMMYT. México. ISBN: 978-607-8263-07-3.
- Espinosa-Calderón, A., M. Tadeo-Robledo, A. Turrent-Fernández, N. Gómez-Montiel, M. Sierra-Macías, F. Caballero-Hernández, R. Valdivia-Bernal y F. Rodríguez-Montalvo. 2009. El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. Ciencias 92-93: 118-125.
- Espinosa-Calderón, A., M. Tadeo-Robledo, A. Turrent-Fernández, M. Sierra-Macías, N. Gómez-Montiel N y B. Zamudio-González. 2013. Rendimiento de variedades precoces de maíz grano amarillo para Valles Altos de México. Agron. Mesoame. 24: 93-99.
- Gallegos-Robles, M. A., J. L. García-Hernández, J. G. Luna-Ortega, J. D. López-Martínez, I. Orona-Castillo, E. Salazar-Sosa y A. González-Torres. 2015. Obtención de híbridos de Maíz para grano en la Comarca Lagunera y Aguascalientes, México. Ecosist. Rec. Agropec. 2: 245-254.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F., México.
- Gutiérrez-Sánchez, J. R. y M. Luna-Flores. 2002. Riego, densidad de plantas y fertilización nitrogenada en producción de maíz híbrido en Zacatecas. Agric. Téc. Méx. 28: 95-103.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2015. Agenda técnica agrícola de Coahuila. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. ISBN 978-607-7668-39-8.
- Laverde-Peña, H., R. de la Cruz y E. Rojas. 1986. Formación de mazorcas en diferentes nudos del eje de maíz ICA -V-51O. Agron. Colomb. 3: 63-81.
- Martínez-Villa, J., R. A. Silva-Sáenz y E. Cuéllar-Villarreal. 2007. Tecnología para producción de grano de maíz bajo riego en el norte y centro de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Sitio Experimental Zaragoza. Folleto para productores núm. 8. Zaragoza, Coahuila, México.

- Montesillo-Cedillo, J. L. 2016. Rendimiento por hectárea del maíz grano en México: Distritos de riego y temporal. Econ. Infor. 398: 60-74.
- Peña-Ramos, A., F. González-Castañeda, G. Núñez-Hernández, R. Preciado-Ortiz, A. Terrón-Ibarra y M. Luna-Flores. 2008. H-376, híbrido de maíz para producción de forraje y grano en el bajío y la región norte centro de México. Rev. Fitotec. Mex. 31: 85-87.
- Pérez-Camarillo, J. P. 2001. Metodología para la evaluación de cosecha de maíz en parcelas comerciales. CIR-Centro. Despegable para productores núm. 5. Pachuca, Hidalgo, México.
- Roy, S. K. and P. K. Biswas. 1992. Effect of plant density and detopping following silking on cob growth, fodder and grain yield of maize (*Zea mays*). J. Agric. Sci. 119: 297-301.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2017. Planeación agrícola nacional 2017-2030. México, D. F.
- SAS Institute. 2004. Versión 9.0. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2014. Maíz grano, maíz palomero. pp. 156-158. In: CONAGUA/SEMARNAT (eds.). Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2012-2013. México, D. F.
- Silva-Díaz, W. R., Y. Alfaro-Jiménez y R. J. Jiménez-Aponte. 2009. Evaluación de las características morfológicas y agronómicas de cinco líneas de maíz amarillo en diferentes fechas de siembra. Rev. Cient. UDO Agríc. 9: 743-755.
- Tadeo-Robledo, M., A. Espinosa-Calderón, J. Zaragoza-Esparza, A. Turrent-Fernández, M. Sierra-Macías y N. Gómez-Montiel. 2012. Forraje y grano de híbridos de maíz amarillos para Valles Altos de México. Agron. Mesoame. 23: 281-288.
- Tadeo-Robledo, M., J. J. García-Zavala, H. J. Alcántar-Lugo, R. Lobato-Ortiz, N. O. Gómez-Montiel, M. Sierra-Macías, M. B. G. Irizar-Garza, R. Valdivia-Bernal, J. Zaragoza-Esparza, B. Martínez-Yáñez, C. López-López, A. Espinosa-Calderón y A. Turrent-Fernández. 2017. Biofertilización en híbridos de maíz androestériles y fértiles para los Valles Altos de México. Terra Latinoamericana 35: 65-72.
- Wong-Romero, R., E. Gutiérrez-del Río, A. Palomo-Gil, S. A. Rodríguez-Herrera, H. Córdova-Orellana, A. Espinoza-Banda y J. J. Lozano-García. 2007. Aptitud combinatoria de componentes del rendimiento en líneas de maíz para grano en la Comarca Lagunera, México. Rev. Fitotec. Mex. 30: 181-189.
- Zamudio-González, B., A. Espinosa-Calderón, M. Tadeo-Robledo, J. J. Encastín-Dionicio, J. N. Martínez Rodríguez, A. Félix-Reyes, A. L. Cárdenas Marcelo y A. Turrent-Fernández. 2015. Producción de híbridos y variedades de maíz para grano en siembra a doble hilera. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 6: 1491-1505.