

# Rendimiento de maíces cultivados en la región Tierra Caliente, Guerrero, México

Corn yield from the Tierra Caliente region in Guerrero, Mexico

Francisco Palemón-Alberto<sup>1\*</sup>, Noel Orlando Gómez-Montiel<sup>2</sup>, Guadalupe Reyes-García<sup>1</sup>, Dolores Vargas-Álvarez<sup>3</sup>, Agustín Damián-Nava<sup>1</sup>, Elías Hernández-Castro<sup>4</sup>, Porfirio Juárez-López<sup>5</sup>, Blas Cruz-Lagunas<sup>1</sup>

## RESUMEN

En la región Tierra Caliente del estado de Guerrero se siembra maíz (*Zea mays* L., Poaceae) bajo condiciones de riego y temporal. En el ciclo primavera-verano de 2015 se visitó a 111 agricultores, uno por localidad, con el objetivo de conocer el rendimiento de maíces cultivados en esta región. A las parcelas de los agricultores se les dio seguimiento hasta la estimación de rendimiento de grano de maíz. Se detectaron maíces híbridos de diversas empresas, una variedad sintética y siete poblaciones nativas, lo que indica variación en el potencial genético de los diversos maíces cultivados. En la región Tierra Caliente se siembran diversos materiales de maíz y existe germoplasma nativo con buen potencial genético, útil para realizar futuros trabajos de investigación a fin de mejorar características agronómicas y componentes de rendimiento.

## PALABRAS CLAVE

poblaciones nativas, híbridos, variedades, rendimiento de grano

## ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L., Poaceae) from the region of Tierra Caliente in Guerrero, Mexico, grows under irrigation and dry season conditions. In the 2015 Spring-Summer, 111 corn farmers were visited, one by locality with the objective of to know yield performance of corn planted in Tierra Caliente. Farmer plots were monitored until yield estimation. Hybrids of several companies, a synthetic variety, and seven native populations of corn were detected, indicating variation in the genetic potential cultivated. In the region of Tierra Caliente, different materials of corn are cultivated, and there is native germplasm with good genetic potential, helpful for future research to improve agronomic characteristics and components of yield.

## KEYWORDS

native populations, hybrids, varieties, grain yield

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), campus Iguala.

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero.

<sup>4</sup> Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local, Universidad Autónoma de Guerrero.

<sup>5</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

\* Autor para correspondencia. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero.

Periférico Poniente s/n, 4000 Iguala de la Independencia, Guerrero, México.

Correo electrónico: alpaf75@hotmail.com

**Recibido:** 22 de noviembre de 2016

**Aceptado:** 18 de enero de 2017

## INTRODUCCIÓN

En México, como en el estado de Guerrero, el maíz es de suma importancia en la conservación de los recursos genéticos debido a que los agricultores de diversas localidades aún siembran maíces nativos en varias condiciones agroecológicas; éstos presentan características específicas como tamaño y forma de mazorca, color de grano y calidad de la tortilla (Palemón, 2010). La región Tierra Caliente, Guerrero, se caracteriza por tener clima cálido seco, suelos planos tipo arcilla con profundidad mayor a 50 cm y mayor capacidad de retención de humedad, lomerío con pendientes menores a 10% y laderas o delgados de baja capacidad de retención de humedad y con profundidad menor a 10 cm, en las cuales los maíces expresan su mayor producción de grano (Romero y Rivera, 1993). De esta manera, los agricultores tienen la oportunidad de explorar diversos híbridos y variedades de distintas empresas nacionales y transnacionales; sin embargo, también existen agricultores que aún conservan sus poblaciones nativas de maíz (Romero y Rivera, 1993). En esta región se producen los maíces híbridos así como variedades y poblaciones nativas del agricultor, ajonjolí, frijol, calabaza, jamaica, melón, sandía, jitomate, chile, entre otras especies de importancia económica que se siembran en el ciclo de temporal y de riego. Acorde con los antecedentes mencionados, se planteó como objetivo realizar un diagnóstico para conocer el rendimiento del grano de diversos maíces cultivados en la región Tierra Caliente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en los municipios de Ajuchitlán del Progreso, Arcelia, Coyuca de Catalán, Cutzamala de Pinzón, Pungarabato, San Miguel Totolapan, Tlalchapa, Tlapehuala y Zirandaro, correspondientes a la región Tierra Caliente, Guerrero, donde participaron 32 prestadores de servicios profesionales (PSP), quienes trabajaron en 111 localidades de nueve municipios. Los PSP registraron la información general de los agricultores y el tipo de semilla de maíz para sembrar; asimismo, visitaron el terreno donde sembró el maíz y dieron seguimiento hasta la cosecha.

La estimación del rendimiento de grano de maíz se realizó de manera práctica con la participación del agricultor en su parcela, se utilizó el método cinco de oros (cinco muestreos) tomando en cuenta los criterios que se describen en el cuadro 1 (Palemón, 2005).

**Cuadro 1. Criterios para estimar el rendimiento de grano de maíz en t ha<sup>-1</sup>.**

<b>PDC</b>	Peso total de mazorcas en campo	Se pesaron todas las mazorcas (sanas y podridas) en la parcela muestreada
<b>NMzS</b>	Número de mazorcas sanas	Se cuantificó y pesó (kg) el número de mazorcas sanas
<b>NMzP</b>	Número de mazorcas podridas	Se cuantificó y pesó (kg) el número de mazorcas podridas
<b>P5Mz</b>	Peso de cinco mazorcas	En la parcela muestreada se tomó una muestra de cinco mazorcas y se pesaron (g)
<b>PDO</b>	Peso de olote	Se pesaron (g) cinco olotes
<b>PDGr</b>	Peso de grano	Se pesó (g) el grano de cinco mazorcas
<b>FDD</b>	Factor de desgrane	Cálculo del FDD = PDGr / P5Mz
<b>% HGr</b>	Porcentaje de humedad de grano	Se ajustó a 12% de humedad para almacenar y comercializar el grano
<b>100</b>	Es una constante	Para corregir el 12% de humedad del grano
<b>88</b>	Es una constante	Para ajustar el 12% de humedad del grano
<b>FDH</b>	Factor de humedad	Cálculo de FDH = (100 - % DH) / 88
<b>LS</b>	Longitud de surco	Se midió en metros lineales
<b>DS</b>	Distancia entre surco	Se midió en metros lineales
<b>NDS</b>	Número de surcos	En la parcela muestreada
<b>AM</b>	Área muestreada	Cálculo de AM = LS*DS*NDS
<b>10,000</b>	Es una constante	Es la superficie correspondiente a una hectárea
<b>FCUS</b>	Factor de corrección por unidad de superficie	Cálculo de FCUS = 10,000 / AM
<b>NDPI</b>	Número de plantas	En la parcela muestreada
<b>DDP</b>	Densidad de población	Cálculo de DDP = NDPI * FCUS
<b>RDGr</b>	Rendimiento de grano t ha <sup>-1</sup>	Cálculo de RDGr = PDC*FDD*FDH*FCUS

Fuente: Díaz, 1990; Palemón *et al.*, 2011.

Para identificar el tipo de maíz criollo que siembra el agricultor, se tomaron muestras de 25 mazorcas y, mediante el apoyo de un catálogo de maíz, se definió a qué raza pertenecen los maíces criollos que se siembran en la región Tierra Caliente, Guerrero (Conabio, 2010a, 2010b, 2012).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diversos maíces

Se exploraron 111 localidades de la región Tierra Caliente, Guerrero, para identificar los tipos de maíz que sembraron los agricultores. De éstos, se detectaron maíces híbridos, variedades y poblaciones nativas (cuadro 2). Los híbridos identificados corresponden a las empresas: Semillas Rica (Canelo, 2.70%), Dekalb (DK357, DK370 y DK380, 8.11%), INIFAP (H507, H516, H562 y H565, 26.13%) y Pioneer (P3041,

P3066, P30S86, P30F94, P30F96, P4063w, P4081w y P4082w, 48.65%).

Dentro de las variedades mejoradas se encontró la variedad sintética VS535 (8.11%) del INIFAP y poblaciones nativas del agricultor; se detectaron las razas: Pepitilla (Arrocillo, 0.90%), Vandeño (Ciudad Mante, 0.90%), elotes occidentales (Negro, 1.80%) y otras cuya raza no fue posible identificar (maíces blancos criollos, 2.70%), respectivamente (figura 1).

Los resultados indican que, en cada municipio de la región Tierra Caliente, los agricultores siembran diversos genotipos de maíz, los cuales se repiten con diferente magnitud en cada municipio y de acuerdo con la preferencia del material genético por parte del agricultor en cada localidad. Esta diversidad fenotípica es un indicio de variantes genotípicas, las cuales han sido cultivadas y seleccionadas por los agricultores en respuesta a la variación ambiental y usos del cultivo.

**Cuadro 2. Maíces sembrados en los municipios de la región Tierra Caliente, Guerrero.**

MAÍCES	RDGr	MUNICIPIOS									LOCALIDADES
		AJP	ARC	CDC	CDP	PGT	SMT	TCH	TPH	ZRD	
Arrocillo	4.940		X								1
Blanco	4.907	X		X							3
Canelo	4.272			X	X	X					3
CM	6.504	X									1
DK357	4.926			X	X	X					6
DK370	5.089	X									1
DK380	3.934				X						2
H507	5.335	X	X			X					11
H516	4.325		X								1
H562	3.898								X		3
H565	4.188		X	X		X		X			14
Negro	3.898		X	X							2
P3041	4.181						X				1
P3066	4.486		X		X						6
P30S49	5.045				X						1
P30F94	4.093	X	X		X	X	X	X	X	X	17
P30F96	4.624	X	X		X		X	X	X		11
P4063w	7.243	X		X							2
P4081w	6.454	X									1
P4082w	6.648	X				X		X	X	X	15
VS535	5.195		X						X		9
Frec =		9	9	6	7	6	3	4	5	2	

RDGr= rendimiento de grano t ha<sup>-1</sup>; AJP= Ajuchitlán del Progreso; ARC= Arcelia; CDC= Coyuca de Catalán; CDP= Cutzamala de Pinzón; PGT= Pungarabato; SMT= San Miguel Totolapan; TCH= Tlaxiapa; TPH= Tlapehuala; ZRD= Zirandaro; CM= Ciudad Mante.

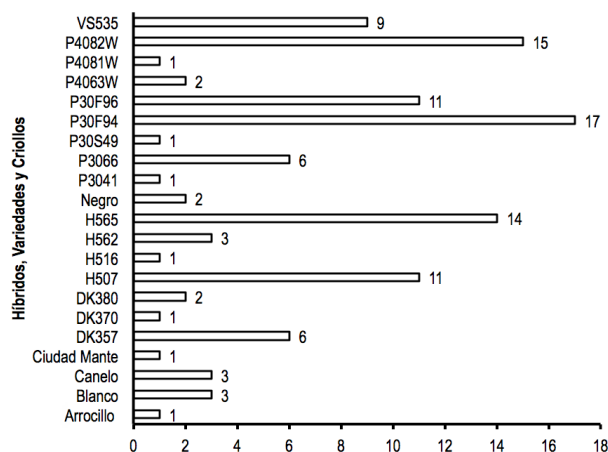


Figura 1. Diversidad genética de maíces que se siembran en las localidades de la región Tierra Caliente, Guerrero.

### Maíces de diferentes empresas

Se detectaron 21 materiales de maíz de origen diverso en 111 localidades, en los cuales están involucradas semillas de varias empresas: siete corresponden a las poblaciones nativas del agricultor, nueve a Dekalb, 38 a INIFAP, 54 a Pioneer y tres a Semillas Rica (figura 2).

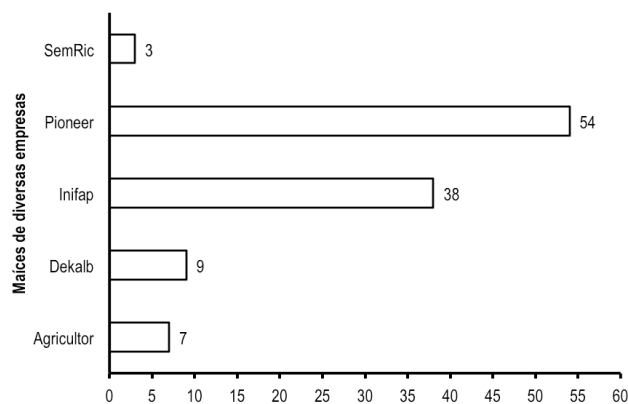


Figura 2. Empresas que frecuentan distribuir semilla en la región Tierra Caliente, Guerrero.

### Rendimiento de grano de diversos maíces

El rendimiento de grano de maíz en  $t\ ha^{-1}$  promedio es afectado por factores ambientales (Andrade *et al.*, 1996; Borrás y Otegui, 2001); sin embargo, las poblaciones nativas mostraron potencial para producir  $4.852\ t\ ha^{-1}$  en promedio, rendimientos que resultaron similares a los de los híbridos de Pioneer, INIFAP, Dekalb y semillas Rica (figura 3). Lo anterior indica que el material genético nativo tiene capacidad

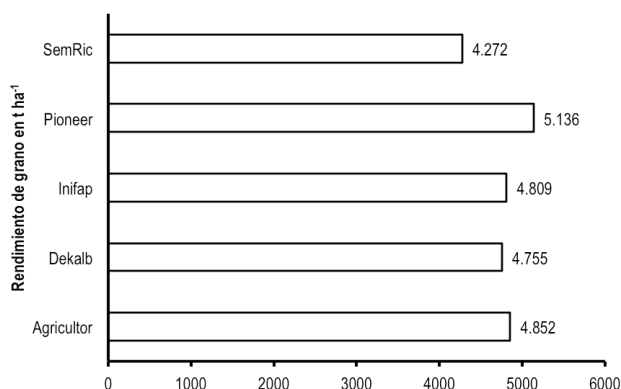


Figura 3. Semillas que se siembran y cosechan en la región Tierra Caliente, Guerrero.

de expresar su potencial genético a las condiciones de suelos de ladera y lomerío, a altitudes de 400 a 800 m, mismas que han sido adaptadas por los agricultores. Del grupo de materiales de Pioneer, los rendimientos de grano oscilaron entre  $4.093$  a  $7.243\ t\ ha^{-1}$  y en promedio produjeron  $5.136\ t\ ha^{-1}$ ; a su vez, el híbrido P30F94 rindió  $2.311\ t\ ha^{-1}$  menos a lo reportado por Coutiño *et al.* (2004) en Chiapas ( $4.093\ t\ ha^{-1}$ ). El híbrido P4082w, valorado en 15 ambientes de la región Tierra Caliente, produjo  $1.118\ t\ ha^{-1}$  más de rendimiento respecto al promedio obtenido Gordon y Deras (2010) ( $5.530\ t\ ha^{-1}$ ). En relación con los híbridos de INIFAP, en promedio rindieron  $4.809\ t\ ha^{-1}$ ; el híbrido H-516 produjo  $4.325\ t\ ha^{-1}$ , es decir  $1.573\ t\ ha^{-1}$  menos (Gómez *et al.*, 2008), mientras que el híbrido trilineal H-562 rindió  $3.898\ t\ ha^{-1}$ , rendimiento semejante al regional (Gómez *et al.*, 2005). El rendimiento promedio del grupo de materiales de Dekalb osciló entre  $3.934$  y  $5.089$ , y en particular, el híbrido DK-357 produjo  $1.0\ t\ ha^{-1}$  menos en comparación con las  $5.980$  toneladas reportadas por Gordon y Deras (2010). En cuanto al híbrido Canelo, correspondiente a la empresa Semillas Rica, el rendimiento osciló entre  $3.926$  y  $4.709$ , con promedio de  $4.272\ t\ ha^{-1}$ . Éste fue  $2.654\ t\ ha^{-1}$  menor al reportado por Palemón *et al.* (2011) en tres localidades ( $6.926\ t\ ha^{-1}$ ) de la región Norte de Guerrero.

Los híbridos de empresas trasnacionales produjeron un rendimiento de grano aceptable, debido a que fueron sembrados en condiciones de suelos planos con profundidad de 1.2 m, los cuales se consideran como suelos agrícolas de alto potencial productivo con pendientes menores a 1.5% (Espejel-García *et al.*, 2015). Sin embargo, existen poblaciones nativas del agricultor e híbridos nacionales como el H507, H516, H562 y H565 de

INIFAP que presentan similar rendimiento de grano respecto a los híbridos transnacionales cuando son sembrados bajo las mismas condiciones de terreno del agricultor tradicional. En cambio, los híbridos, tanto nacionales como transnacionales, disminuyen su potencial productivo y son superados por las poblaciones nativas cuando son sembrados en suelos de ladera con pendiente superior a 20% y profundidad menor a 20 cm (Espejel-García *et al.*, 2015).

Los híbridos y variedades nacionales, al sembrarse en suelos con profundidad menor a 0.5 m y 10% de pendiente –considerados como suelos de mediano potencial productivo–, no expresan su máximo potencial aunque producen rendimiento de grano aceptable. En cambio, las poblaciones nativas de los agricultores prosperan aceptablemente en suelos de mediano y bajo potencial productivo (suelos de lomerío, ladera y tlacolol).

Por otra parte, si los híbridos transnacionales se siembran en suelos de ladera, merman su rendimiento de grano y son superados por las poblaciones nativas de los agricultores (PNA). Lo contrario ocurre cuando los PNA son sembrados en suelos de alto potencial productivo y compiten con material genético mejorado; por lo general son superados por los híbridos nacionales y transnacionales en rendimiento de grano (Palemón, 2010).

### Potencial productivo de poblaciones nativas

Se identificaron poblaciones nativas con aceptable potencial genético, cuyos rendimientos de grano promedio oscilaron entre 4.940 a 7.758 t ha<sup>-1</sup>. Además, se detectaron poblaciones nativas de las razas Pepitilla (Arrocillo) y Vandeño (Ciudad Mante), que predominan en la región Tierra Caliente, Guerrero, donde expresaron buen potencial productivo (Carrera y Cervantes, 2006; Montenegro *et al.*, 2002) respectivamente (figuras 4 y 5). En el caso de los maíces blancos, no fue posible clasificarlos en alguna raza en particular debido a que los agricultores desgranaron las mazorcas cosechadas por separado.

Los resultados indican que, en la región Tierra Caliente, Guerrero, los híbridos de empresas transnacionales fueron sembrados en condiciones de suelos de mediano a alto potencial productivo y representaron 56.76%, mientras que los materiales nacionales exhibieron el 36.94% en híbridos y variedades de INIFAP; el 6.31% restante correspondió a poblaciones nativas del agricultor.

Por otra parte, se encontraron variantes dentro y entre poblaciones nativas de maíz de raza Pepitilla

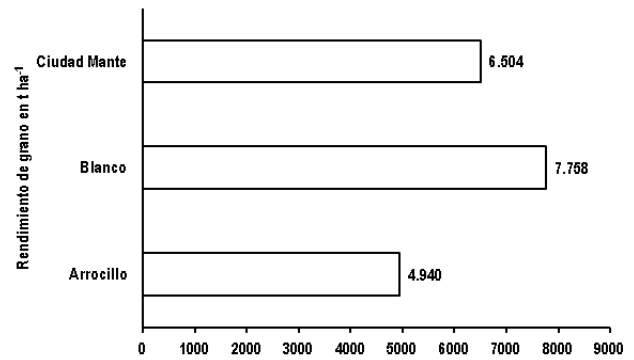


Figura 4. Poblaciones nativas con potencial genético en la Región Tierra Caliente, Guerrero.

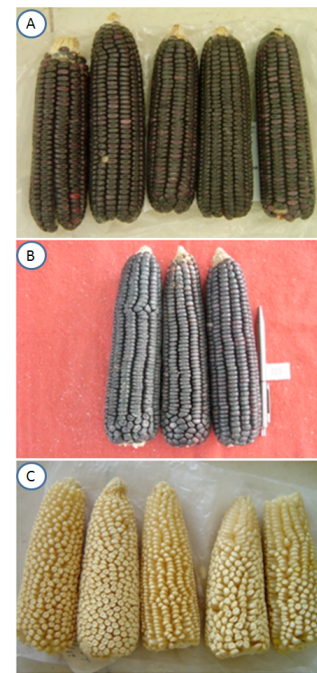


Figura 5. Razas de maíz encontradas en la Región Tierra Caliente del estado de Guerrero, A) y B) elotes occidentales, C) arroccillo.

y Vandeño. Adicionalmente, el agricultor siembra y cosecha en su parcela hasta cuatro variantes de maíz (blanco, negro, amarillo y colorado) (Ruiz *et al.*, 2013), lo cual ha dado lugar a un entrecruzamiento entre genotipos y, consecuentemente, a la variabilidad genética (Hallahuer *et al.*, 1988). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Gil *et al.* (1995) y Romero y Muñoz (1996), quienes mencionan que los agricultores que cultivan maíces nativos en los nichos agroecológicos de México han desarrollado auténticos sistemas de variedades para enfrentar las diferentes condiciones adversas en las cuales desarrollan sus actividades productivas.

## **CONCLUSIONES**

En la región Tierra Caliente, Guerrero, se siembran diversos híbridos, variedades mejoradas y poblaciones nativas de maíz (Arrocillo y Vandeño). Los agricultores tienen mejores alternativas de elegir para sus futuras siembras en temporal. Los maíces transnacionales no superaron a los nacionales ni a los maíces criollos. En la región Tierra Caliente, Guerrero aún se siguen sembrando maíces nativos y, en una superficie mayor, maíces mejorados.

Los resultados de esta investigación podrían servir de base para proponer estrategias de manejo de los maíces híbridos y nativos identificados para realizar acciones para su preservación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a los agricultores y a los prestadores de servicios profesionales por haber colaborado en la recolección y facilitado información sobre el maíz.

## LITERATURA CITADA

- Andrade, F., A. Cirilo, S. Uhart, M. E. Otegui. 1996. Eco-fisiología del Cultivo de Maíz. Editorial La Barrosa y Dekalb Press. Buenos Aires, Argentina. 292 pp.
- Borras, L., M. E. Otegui. 2001. Maize kernel weight response to post-flowering source-sink ratio. *Crop Science* 49: 1816-1822.
- Carrera, V. J. A., S. T. Cervantes. 2006. Respuesta a densidad de población de cruza de maíz tropical y subtropical adaptadas a Valles Altos. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29: 331-338.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2010a. Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México. CONABIO. México, D.F. 9 pp.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2010b. Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. CONABIO. México, D.F. 21 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. El maíz, sus razas y parientes silvestres. Boletín No. 109.
- Coutiño, E. B., G. Sánchez G., V. A. Vidal M. 2004. El uso de semilla F2 de híbridos de maíz en la Frailesca, Chiapas reduce el rendimiento y las ganancias netas. *Revista Fitotecnia Mexicana* 27 (3): 261-266.
- Díaz, C. H. 1990. Manual para estimar el rendimiento de maíz y determinar el uso de la tierra en programas de desarrollo agrícola regional. Colegio de Postgraduados. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. CEICADAR-CEDERU. 63 p.
- Espejel-García, A., J. Romero-Domínguez, A. I. Barrera-Rodríguez, B. Torres-Espejel, J. Felix-Crescencio. 2015. Determinación del uso potencial agrícola mediante modelación geoespacial y análisis multicriterio para la cuenca Balsas Mezcala. *Ra Ximhai* 11 (5): 77-95.
- Evans, L. T. 1993. *Crop Evolution, Adaptation and Yield*. Cambridge University Press. Cambridge, USA. 500 pp.
- Gil, M. A., A. Muñoz O., A. Carballo C., A. Trinidad S. 1995. El patrón varietal de maíz en la región sureste de la Sierra Purépecha. I. Variables importantes empleadas en su definición. *Revista Fitotecnia Mexicana* 18: 163-173.
- Gómez, M. N. O., M. Sierra M., M. González C., M. A. Cantú A., A. Ramírez F., J. J. Wong P., M. Manjarrez S., J. L. Ramírez D., A. Espinosa C. 2005. H-562, híbrido de maíz de alto rendimiento y tolerante al complejo "Mancha de asfalto" y royas. Iguala, Gro., México. INIFAP. Campo Experimental Iguala Folleto Técnico Núm. 11. 20 pp.
- Gómez, M. N. O., M. Sierra M., M. González C., M. A. Cantú A., A. Ramírez F., J. J. Wong P., M. Manjarrez S., J. L. Ramírez D. 2008. H-562, híbrido de maíz de alto rendimiento para el trópico húmedo y seco de México. *Agricultura Técnica en México* 34 (1): 101-105.
- Gordon, M. R., H. Deras F. 2010. Evaluación de híbridos blancos y amarillos del PCCMCA. <http://www.productoradesemillas.com> (revisado el 12 de julio de 2012).
- Hallauer, A. R., W. A. Russell, K. R. Lamkey. 1988. Corn Breeding. Pp: 463-564. In: Sprague, G. F., J. W. Dudley (Eds). *Corn and Corn Improvement*. Agronomy monograph 18. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI. USA.
- Montenegro, T. H., F. Rincón S., N. A. Ruiz T., H. de León C., G. Castañón N. 2002. Potencial genético y aptitud combinatoria de germoplasma de maíz tropical. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25: 135-142.
- Palemón, A. F. 2005. Estudio de maíces de diferente nivel de mejoramiento genético en tres ambientes de Guerrero. Tesis de Maestría en Producción Agrícola. Iguala de la Independencia, Guerrero. 73 p.
- Palemón, A. F. 2010. Estimación de parámetros genéticos en cruza intervartiales de maíz para la región semicálida de Guerrero. Tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas. Colegio de Postgraduados. Montecillo estado de México. 105 p.
- Palemón, A. F., N. O. Gómez M., A. Damián N., E. Hernández C., M. Manjarrez S., O. Ramírez R., G. Nochebuena N., M. Salgado D., E. Palemón A. 2011. Situación actual del maíz en la región Norte de Guerrero, México. *Revista Tlamati* 3 (2): 32-39.
- Romero, P. J., A. Muñoz O. 1996. Patrón varietal y selección de variedades de maíz para los sistemas agrícolas en la región de Tierra Caliente. *Agrociencia* 30: 63-73.
- Romero, P. J., D. Rivera M. 1993. El ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), su tecnología y problemática en la región sureste de Tierra Caliente, Michoacán. *Revista de Geografía Agrícola* 18: 11-36.
- Ruiz, C. J. A., J. de J. Sánchez G., J. M. Hernández C., M. C. Willcox, G. Ramírez O., J. L. Ramírez D., D. R. González E. 2013. Identificación de razas de maíz adaptadas a condiciones deficientes de humedad mediante datos biogeográficos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 4 (6): 829-842.