



## III CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE COMEII 2017

Puebla, Pue., del 28 al 30 de noviembre de 2017

### POTENCIAL PRODUCTIVO DE MAÍCES HÍBRIDOS Y ESTRATEGIA ALIMENTARIA PARA AYALA, MORELOS

**María-Dolores Olvera-Salgado<sup>1\*</sup>; Gregorio Bahena-Delgado<sup>2</sup>; Elizabeth-Broa Rojas<sup>3</sup>;  
Francisco García Matías<sup>4</sup>; Antonio Castillo Gutiérrez<sup>2</sup>; Jorge Castillo González<sup>1</sup>;  
Juan Manuel Ángeles Hernández<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Tecnólogo del Agua, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Morelos, México, C.P. 62550.

<sup>2</sup>Profesor-Investigador, Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc. Parque Industrial Cuautla, C. P. 62715.

<sup>3</sup>Estudiante de doctorado. Colegió de Postgraduados Campus Puebla. Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5, Santiago Momoxpan. C. P. 72760.

<sup>4</sup> Profesor Investigador. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Av. Universidad 1001, Colonia Chamilpa Cuernavaca Morelos C.P. 62209.

[dolvera@tlaloc.imta.mx](mailto:dolvera@tlaloc.imta.mx). (\*Autor para correspondencia)

#### Resumen

El cultivo de maíz de temporal en el municipio de Ayala, Morelos, presenta niveles de rendimiento bajos comparativos con otras regiones productoras de México, requiriendo importar de otras regiones el volumen necesario para satisfacer la demanda de una población cuya dieta alimentaria depende del maíz producto de una cultura ancestral. Para identificar alternativas estratégicas que muestren el potencial productivo y socioeconómico de genotipos liberados por instancias de investigación agrícola, se evaluaron bajo riego y con tres repeticiones a los híbridos H-515, H-382, H-374C, H-377, H-443 y H-516, en los cuales se obtuvieron rendimientos superiores al 200% del obtenido actualmente en la zona de estudio. El trabajo presenta escenarios de producción para determinar los requerimientos de superficie y la capacidad de atención a la seguridad alimentaria en Ayala donde los híbridos con mejores rendimientos por hectárea y por consiguiente menor superficie requerida bajo riego para satisfacer el requerimiento de este grano a las 8,420 familias en extrema pobreza de Ayala, fueron el H377B y el H-515B, siguiéndole en orden descendente el H516B, H-382B, H443A y el H374CA.

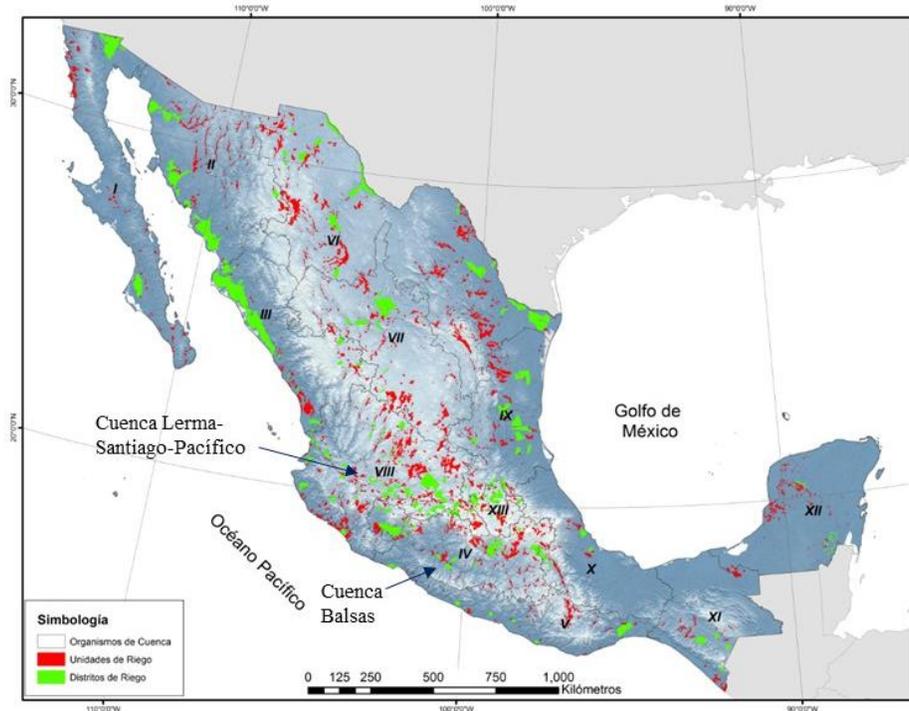
**Palabras clave adicionales:** alimentación básica, rendimiento, cultura del maíz.



## Introducción

México como uno de los centros de origen del maíz (*Zea mays* L.) identificados por Vavilov (1926), considerado como la zona donde se inició el cultivo o la domesticación de esa especie. Los centros de origen cumplen la importante función de ser las reservas de germoplasma ante eventualidades de plagas y enfermedades o de otro tipo de eventualidades como ciclones, huracanes o terremotos, que acaban con las variedades dominantes que suelen sembrarse en otros países (Sánchez, 2000; Miranda, 2000; Benz, 2001).

La diversidad genética existente en los centros de origen permite el desarrollo continuo de variedades con capacidad de defensa contra las plagas y tolerancia a factores climáticos como la sequía (Matsuoka *et al.*, 2002; Tenaillon *et al.*, 2004; Doebley, 2004). Varios autores (Buckler y Stevens, 2005; Buckler *et al.*, 2006; Turrent y Serratos, 2004), han coincidido en reportar que en este país se han encontrado la mayor diversidad genética de esta especie, generada por los muy diversos usos y condiciones ecológicas bajo las que se ha venido cultivando desde hace unos 10,000 años (Miranda, 2000; Muñoz, 2003; Pohl *et al.*, 2007), fue Miranda (2003), ampliamente citado, entre otros por Ron *et al.*, (2006), quienes determinaron las coordenadas de origen del maíz entre los paralelos 19 y 21° 5' LN, en donde convergen la Cuenca del Río Balsas, el cinturón volcánico transversal y la Cuenca de los ríos Lerma-Santiago-Pacífico (Figura 1), en las partes sureste, suroeste y centro de México, sitios que se caracterizan por el consumo de maíz como grano principal en su dieta alimentaria. Por lo general, la tortilla consumida en esas áreas rurales se elabora con el maíz que se produce en la localidad, que puede ser blanco, amarillo o de colores (Salinas *et al.*, 2010) y de manera general, la preferencia entre los distintos tipos de maíz es por atributos de color, sabor, textura, consistencia de las tortillas y facilidad de la masa para trabajarla (Vázquez *et al.*, 2010). Mientras que en la industria de la masa y la tortilla prefieren procesar maíces de tamaño y color uniforme, optan por los de color blanco crema brillante y con textura intermedia a dura. Ponderan los maíces con alta relación de masa/grano ( $\geq 2.0:1.0$ ) y de tortilla/maíz ( $\geq 1.5$  kg por kg de maíz procesado) (Salinas *et al.*, 2010).



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa de Conagua (2016).

**Figura 1.** Cuencas de origen del maíz en México

En México todas las partes de la planta del maíz, tiene una forma de uso: el grano para tortillas, tostadas, atole, tamales, totopos, pinole, pozole, pozol, alimento de animales; toda la planta como forraje; los tallos secos para forraje, construcción, cercas o combustible; los olotes y raíces como combustible para cocinar; las agallas formadas por el hongo conocido en México como huitlacoche o cuitlacoche (*Ustilago maydis*) para consumo humano; las hojas verdes (de la mazorca y de la milpa) y el totomoxtle (hojas secas de la mazorca) para envolver tamales; las hojas para uso artesanal; entre otros, por lo que es un producto básico en la familia rural del centro (Morelos, Guerrero, Tlaxcala, Puebla, Hidalgo y Estado de México) y sur del país principalmente, donde en los últimos años se han presenciado veranos más cálidos y secos; estas variaciones propician condiciones de inseguridad en el sector agropecuario por su efecto en la disminución de rendimientos.

A pesar de encontrarse dentro de los sitios de origen del maíz, es característico del estado de Morelos, que el 87% de los productores de maíz usen semilla mejorada (híbridos y variedades) y solo el 13% restante usa la semilla criolla (SAGARPA, 2014). Además, el 89% de la superficie de este estado cultiva bajo las condiciones de temporal o secano, situación que mejoraría si al sistema productivo además de la seguridad de una semilla mejorada se le agrega el insumo agua. Su importancia para la población rural (en todas las posibilidades y usos mencionados), radica en la mejora productiva, sobre todo, en sitios como el de la investigación, donde el rendimiento medio bajo el régimen de temporal reportado a nivel municipal fue de  $2.87 \text{ t ha}^{-1}$ , valor que a pesar de considerarse bajo con respecto a la media estatal ( $3.17 \text{ t ha}^{-1}$ ), es superior a la media nacional de  $2.31 \text{ t ha}^{-1}$  encontrada en el 2014



para zonas de temporal o secano, pero inferior a la media reportadas con riego de 3.56 t ha<sup>-1</sup> para el estado de Morelos y de 7.95 t ha<sup>-1</sup> a nivel nacional (SAGARPA, 2015). Asimismo, Bahena-Delgado *et al.*, (2009) mencionan que varios genotipos de maíces criollos del estado de Morelos tratados con fertirriego y con el sistema de riego por goteo, presentaron rendimientos entre 2.1 t ha<sup>-1</sup> y 3.4 t ha<sup>-1</sup>, es decir una producción menor a la media estatal obtenida con riego de gravedad en maíces de híbridos y variedades normalmente usados en Morelos.

Ante este panorama productivo, y el riesgo de disminuir los rendimientos en este grano como consecuencia probable de las propias condiciones que imperan en los cultivos de temporal o secano, y su dependencia directa de las condiciones climáticas (precipitación pluvial y temperatura principalmente), sembrar maíces híbridos con potencial productivo, económico y de adaptación al ya sentido cambio climático (menos lluvias y temperaturas más elevadas), en el municipio de Ayala se presenta como una alternativa productiva para satisfacer el desabasto actual, usando para ello, semillas liberadas por el Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria (INIFAP), instancia mexicana de investigación agrícola con sede en Zacatepec, Morelos, México, zona de influencia del área de estudio, los cuales requieren ser probados y evaluados *in situ* para determinar los escenarios productivos y la capacidad para satisfacer las necesidades de consumo de este grano en el municipio de Ayala.

### **Materiales y métodos**

El área de estudio se localiza en la cuenca del río Balsas al oriente del distrito de riego 016 Estado de Morelos, sitio muy próximo con las coordenadas de origen del maíz, identificadas por Miranda (2003). La investigación se realizó en el municipio de Ayala, durante el ciclo productivo Invierno-Primavera en el 2014, en el campo experimental de la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, localizada en el Ejido de Xalostoc, entre las coordenadas geográficas 18° 44'36.30" latitud norte y 98° 54'31.88" longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich, a una altura de 1,294 m (Figura 2).



**Figura 2.** Área de estudio

Establecimiento experimental de los híbridos en la zona de estudio: los híbridos establecidos con tres repeticiones fueron: H-515, H-382, H-374C, H-377, H-443 y H-516 (proporcionados por el INIFAP, Morelos), la principal característica de estos híbridos fue la adaptación a las condiciones agroclimáticas y adecuada respuesta en cuanto a rendimiento que aunada a la propuesta de mejora tecnológica con la adición del riego, permitió determinar los resultados productivos y por consecuencia socioeconómicos para los productores de maíz.

Los tratamientos fueron establecidos y manejados agrónomicamente de la misma forma, es decir con el mismo paquete tecnológico, sembrando dos semillas de maíz cada 30 cm, con lo cual se tuvo una población de 66,666 plantas por hectárea, en sitios de similares características edafológicas y climatológicas.

### **Capacidad productiva y niveles de satisfacción a requerimientos de maíz en la zona de estudio**

*Determinación de la demanda de maíz:* el consumo del área de estudio se calculó con participación de familias cooperantes que hacen la tortilla en su hogar (principalmente familias campesinas), para ello se midió el peso del grano de maíz, su cambio en peso al nixtamalizarlo (proceso de cocción del maíz adicionado con cal) y molerlo para obtener la masa con la que se elaboran las tortillas y una vez determinado el consumo de cada familia participante se determinaron valores medios que permitieron proyectar este resultado a todo el municipio de Ayala.

*Transformación del maíz a nixtamal, masa y tortilla:* La nixtamalización se realizó de forma tradicional, se incluyó: limpieza del grano, cocimiento alcalino, molienda del grano y la obtención de la masa (Serna *et al.*, 1990). Para la elaboración de la masa se agregó en una olla o cubeta de aluminio un kilogramo del grano de maíz y agua preparada con cal para el cocimiento, la cual al someterse a cocimiento se denomina nixtamal; procediendo luego a lavar el maíz ya cocido y a molerlo en un



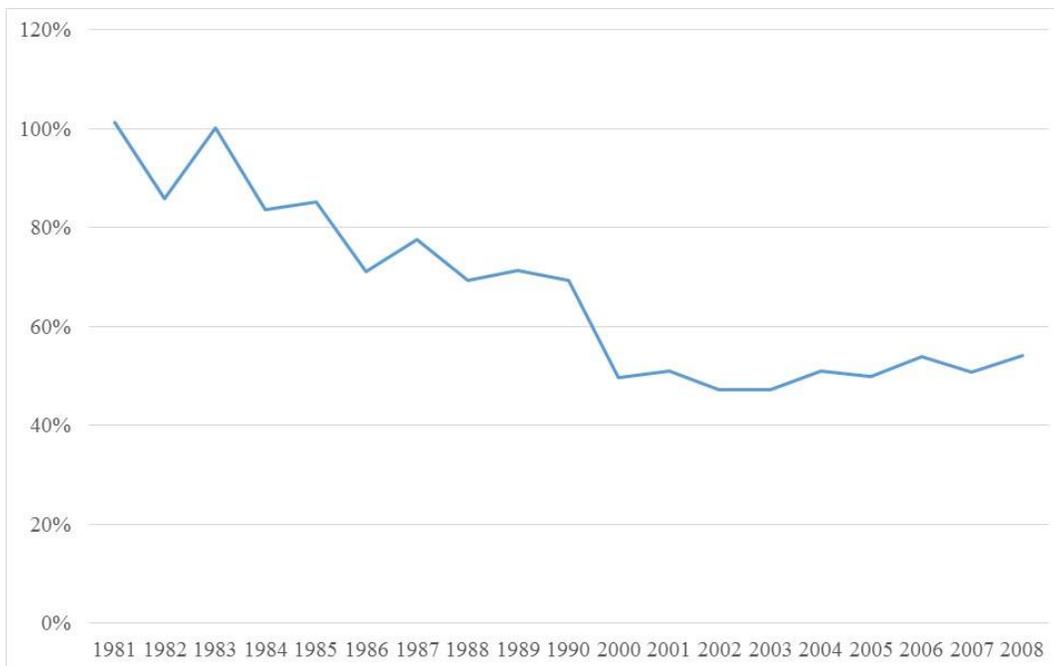
molino comercial. Enseguida, se adicionó la cantidad de agua necesaria para que la consistencia de la masa fuera adecuada y se procedió para la elaboración de tortillas en una tortilladora manual y un posterior torteado para su colocación en el comal. Una vez cocidas las tortillas, se procedió a pesarlas y registrar los datos obtenidos por cada kg de maíz.

Una vez determinadas las necesidades actuales de Ayala y obtenidos los resultados de rendimiento de cada uno de los seis híbridos probados en campo, se plantearon los escenarios potenciales de abasto determinando la superficie necesaria de establecer por cada uno de los híbridos para satisfacer el desabasto de este grano en las familias consumidoras identificando el requerimiento para satisfacer a las familias en pobreza identificadas por SEDESOL (2010), además de la superficie que se requiere sembrar por híbrido para satisfacer a todo el municipio de Ayala. Para determinar la capacidad productiva de autoabasto del grano básico se analizaron las estadísticas oficiales históricas de producción de maíz en el municipio de Ayala (SAGARPA, 2015) y se realizaron proyecciones en base a los rendimientos obtenidos en los híbridos estudiados.

## **Análisis y discusión de resultados**

### **Población potencial en riesgo de desabasto alimentario básico**

El municipio de Ayala con una población de 78,866 personas, representa el 4.4% de la población en el estado, y un tamaño promedio de 3.9 integrantes por familia., es decir, un aproximado de 20,222 familias, de las cuales de acuerdo a datos calculados de SEDESOL, (2010), se encontraban en condiciones de pobreza a un aproximado de 8,420 familias es decir el 42% del total de la población en el área de influencia del estudio. Lo anterior refleja condiciones bajo las cuales un número considerable de familias no presentan condiciones socioeconómicas que les permitan cambiar hacia una dieta diferente a la actual, integrada por tortilla de maíz, frijol (*Phaseolus vulgaris*) y chile (*Capsicum annum*), y de modo menos frecuente un poco de carne en el mejor de los casos; donde el producto básico es, ha sido y será el maíz, ya que el consumo de tortillas ha significado en las familias la base de su alimentación y el centro de toda una cultura ancestral. La determinación de los consumos de maíz para cada familia de acuerdo al tamaño promedio fue de aproximadamente de 2 kg de tortilla al día, es decir cada miembro consume cerca 0.500 kg de tortillas al día, con lo cual se calcula un consumo de 184.69 kg de tortilla por persona al año, cálculo superior a la media nacional de 99.26 kg per cápita determinada en un periodo de 19 años por García-Urigüen (2012), cuyo análisis presenta una clara tendencia a la reducción de consumos de tortilla por mexicano al año, y pérdidas importantes de la fuente principal de proteína, fibra y calcio obtenidos en su dieta tradicional de consumo de tortilla (Figura 3). De acuerdo con Bessani (2008), el consumo de tortilla además de aumentar con la edad está asociado con el ingreso; existe mayor consumo con ingresos menores, lo que sustenta el consumo de tortillas y alimento básico en la dieta alimentaria de las 8,420 familias clasificadas en pobreza dentro del municipio de Ayala.



Fuente: Elaboración propia con información de García-Urigüen (2012).

**Figura 3.** Tendencia nacional sobre consumo de tortillas de maíz, con año base 1980 (144.97 kg per cápita).

De acuerdo a estadísticas oficiales en el municipio de Ayala en el año 2014 la producción de maíz fue de 3,013.50 toneladas de maíz blanco (SAGARPA, 2015), lo cual cubrió un 61% de la demanda en el municipio de Ayala. Las determinaciones anteriores se definieron haciendo pruebas de rendimiento del maíz nixtamalizado y molido hasta la elaboración y pesado de tortillas hechas en las cocinas rurales comunes del estado de Morelos, los resultados permitieron determinar que el peso promedio de las tortillas obtenidas de un kilogramo de maíz es mayor en un 25%, es decir se obtiene un peso medio de 1.250 kg de tortillas o una relación media de maíz-tortilla de 1 a 1.25, valores por debajo de los preferidos por la industria tortillera que según Salinas *et al.* (2010) optan por maíces que presentan una relación de 1 a más de 1.5.

### **Rendimiento de los maíces propuestos como alternativa tecnológica al desabasto local**

Se determinaron las potencialidades productivas y económicas que pueden esperarse con el uso de los híbridos en una región de temporal en la que se requiere la incorporación del riego para asegurar el abasto de este grano básico en la alimentación de la familia rural. El rendimiento del cultivo se midió en toneladas por hectárea y fue obtenido directamente del rendimiento de grano de cada híbrido. La utilidad bruta se obtuvo a partir del rendimiento expresado en toneladas por el precio de venta del producto en unidades monetarias por hectárea.

En el municipio de Ayala, durante los últimos cinco años se ha sembrado un promedio de 1,017 ha de maíz de temporal con 2.836 t ha<sup>-1</sup> en promedio. En el año



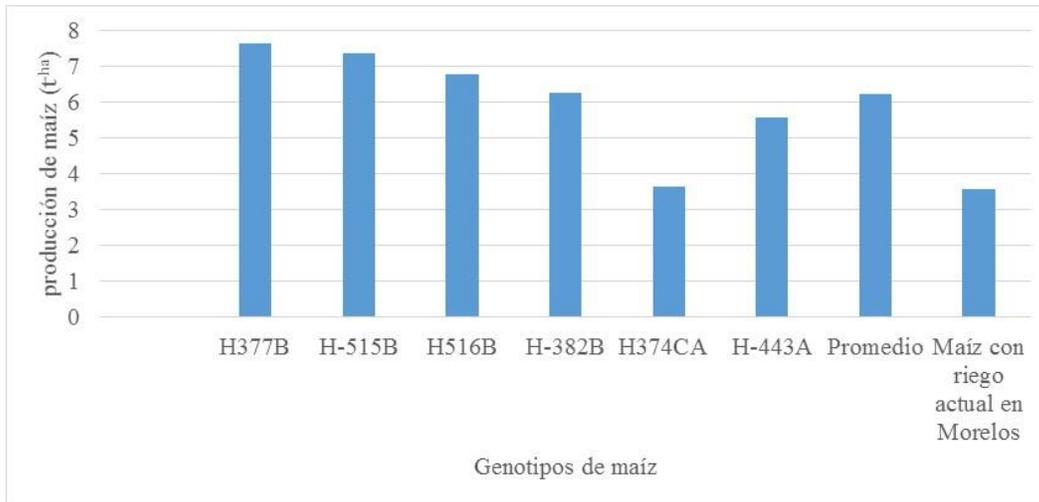
de 2014, el rendimiento obtenido fue de 3.013 t ha<sup>-1</sup> y el volumen total cubrió los requerimientos de solo 2,893 familias con un tamaño medio de 3.9 miembros, es decir el 34% de las 8,400 familias en pobreza y dependientes del maíz en su dieta básica en el municipio de estudio. Con los resultados obtenidos en la cosecha de los maíces H515B y H377B, se superaron en 206% y 213% respectivamente al promedio de rendimiento estatal obtenido en maíz con riego en el estado de Morelos. También el volumen producido por los maíces H377B, H-515B, H516B y H-382B refleja que la mayoría de los híbridos pueden satisfacer la demanda de la población más vulnerable a la escasez de este grano en el municipio de Ayala, sembrando incluso superficies menores a las 1,050 ha sembradas actualmente (Tabla 1). Los híbridos que mejor se adaptaron a la región y presentaron mejores rendimientos son una opción para los agricultores rurales, ya que producen más del doble que la semilla actualmente usada (VS 450 o H515), y esta característica proporciona un rango de seguridad en las variaciones del rendimiento (Cuadro 1). Usando alguno de los genotipos que obtuvieron mayor rendimiento y manteniendo la superficie actual sembrada con maíz de 1,050 ha, solo se cubriría el 61% de la demanda de abasto de maíz para la población del municipio de Ayala, es decir la capacidad de autoabasto actual de este grano se incrementaría en un 48% aproximadamente. Este panorama de desabasto de maíz es imperante en todo el estado de Morelos, producto de los bajos rendimientos medios registrados para las áreas de riego y las de temporal de 3.56 y 3.17 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, por lo que el resultado es aplicable y transferible a la zona baja de Morelos que coincide con las características agroclimáticas del área de estudio. En el municipio de Ayala no se cuenta con registros oficiales del cultivo de maíz bajo riego, los datos existentes mencionan a 1,700 ha con maíz grano de temporal y 5,947 ha con otros cultivos bajo riego en el año agrícola 2015-2016 (SIAP, 2016).

**Tabla 1.** Rendimientos y capacidad de abasto a familias en pobreza para municipio de Ayala

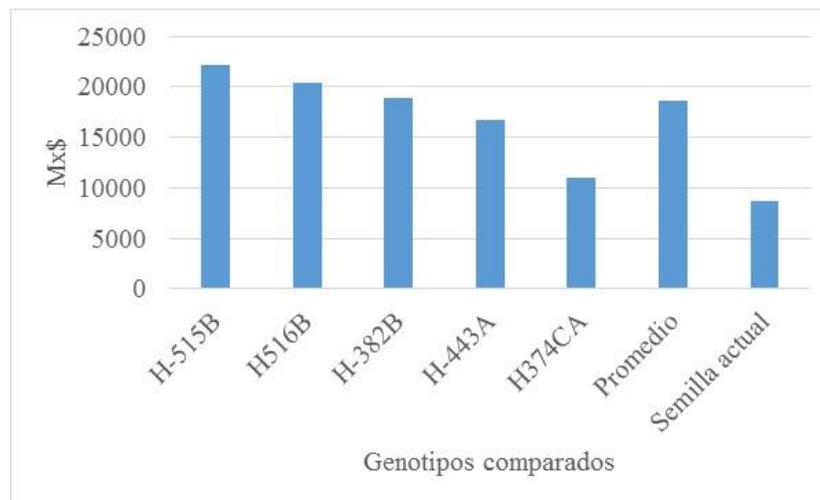
Genotipo	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	Cambio sobre rendimiento actual (%)	Ha requeridas para incorporarse al riego y satisfacer demanda
H377B	7.61	213.76	797
H-515B	7.35	206.46	825
H516B	6.77	190.17	896
H-382B	6.25	175.56	970
H374CA	3.64	102.25	1,666
H-443A	5.56	156.18	1,091
Promedio	6.2	174.16	978
Maíz con riego actual en Morelos	3.56		1,704

El incremento en el rendimiento del cultivo (superior al 200%), en la mayoría de los híbridos probados (Figura 4), presenta beneficios en la satisfacción de la necesidad básica de alimentación, sino que además proporciona mejores ingresos a los productores de maíz de la región en proporciones similares a los obtenidos al analizar de modo comparativo el rendimiento de cada uno de los híbridos y el

obtenido con el maíz sembrado actualmente. Los híbridos que presentaron mejores rendimientos por hectárea fueron el H377B y el H-515B, siguiéndole en orden descendente el H516B, H-382B, H443A y el H374CA (Figura 5).



**Figura 4.** Comparativo de rendimiento en los genotipos de maíz estudiados en el municipio de Ayala



**Figura 5.** Ingresos por venta de la producción generados por hectárea para cada genotipo probado

### Conclusiones

El estado de Morelos posee una gran variabilidad genética de maíces criollos (Wellhausen *et al*, 1951) con condiciones de adaptabilidad específicas para los nichos ecológicos, que tienen condiciones climáticas y orográficas muy específicas, sin embargo, en el municipio de Ayala, los híbridos presentan mejores rendimientos productivos y económicos que favorecen la seguridad alimentaria, además se adaptan a altas temperaturas y superan los rendimientos bajo el régimen de temporal y de riego obtenidos en el estado de Morelos al que pertenece dicho municipio, en más del 200%, lo que equivale a un incremento en el ingreso



económico y la posibilidad de satisfacer a las familias clasificadas en pobreza para esta región.

Los resultados obtenidos sugieren la posibilidad de realizar pruebas en el resto del estado de Morelos donde se están presentando temperaturas superiores a los 30°C, pero además refleja un potencial productivo para las zonas de riego, que actualmente tienen rendimientos de maíz similares a las zonas de temporal en el estado de Morelos, México.

Las condiciones de variabilidad climática, hace persistente el riesgo de que las zonas temporales del municipio, dejen de ser productivas por la falta de lluvias en el periodo requerido por el cultivo por lo que la alternativa de usar semilla mejorada se presenta acompañada de la necesidad de incorporar la superficie de temporal al riego, lo cual exige un estudio preciso de la capacidad local para lograrlo y de un proceso de gestión organizada de los productores. Los resultados prueban que se puede mejorar e incluso superar los rendimientos actuales de producción de maíz de temporal y de riego.

### Referencias Bibliográficas

Benz, B. F. 2001. Archaeological evidence of teosinte domestication from Guilá Naquitz, Oaxaca. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America* 98(4): 2104-2106.

Buckler, E. S. and Stevens, N. M. 2005. Maize origins, domestication, and selection. *In: Darwin's harvest: new approaches to the origins, evolution and conservation of crops.*

Buckler E. S.; Goodman; M. M.; Holtsford; T. P.; Doebley, J. F. and Sánchez, G. J. 2006. Phylogeography of the wild subspecies of *Zea mays*. *Maydica* 51: 123-134.

Conagua, 2016. Estadísticas Agrícolas de los distritos de riego. <http://www.edistritos.com>. Consultado: 10/05/2016.

Doebley, J. 2004. The Genetics of maize evolution. *Ann. Rev. Genetics.* 38:37-59.

García-Uriagüen, P. 2012. La alimentación de los mexicanos. Cambios sociales y económicos, y su impacto en los hábitos alimenticios. Canacintra, México.

Matsuoka, Y.; Vigouroux, Y.; Goodman, J. M. M.; Sánchez, G.; Buckler, E. and Doebley, J. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America*, 99(9):6080-6084.

Miranda, C. S. 2000. Mejoramiento genético del maíz en la época prehispánica. *Agricultura Técnica en México*, 26(1):3-15.



Miranda, C. S. 2003. El origen genético y geográfico del maíz (*Zea mays* L.). En: Centli-Maíz. A. Muñoz O. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo de México. pp. 147–159.

Motley, T. J. Zerega, H. and Cross, N. (Eds.). Darwin's harvest: new approaches to the origins, evolution and conservation of crops. Columbia University Press. New York. 67-90 pp.

Muñoz, O. A. 2003. Centli maíz. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 211 pp.

Pohl, M. E. D.; Piperno, D. R.; Pope K. O. and Jones, J. G. 2007. Microfossil evidence for pre-Columbian maize dispersals in the neotropics from San Andrés, Tabasco, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(16):6870-6875.

Ron, P. J., Sánchez, G. J., Jiménez Cordero A., Carrera, V.J., Martín, L. J., Morales, R. M., De la Cruz, L. L., Hurtado De la P., S., Mena M. S. y Rodríguez, F. J. 2006. Maíces nativos de Occidente de México I. Colectas 2004. *Scientia-CUCBA*. 8(1):1-139

SAGARPA. 2014. Uso de Tecnología y Servicios en el campo. Cuadros tabulares 2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. <http://www.siap.gob.mx>. Consultado: 3/05/2016.

SAGARPA. 2015. Producción Agropecuaria y Pesquera. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. Consultado: 3/05/2016.

Salinas, MY, NO Gómez M, JE Cervantes M, M Sierra M, A Palafox C, E Betanzos M, B Coutiño E. 2010. Calidad nixtamalera y tortillera en maíces del trópico Húmedo y sub-húmedo de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1: 509-523.

Sánchez, G. J. J.; Goodman, M. M. and Stuber, C. W. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Econ. Bot.* 54:43-59.

SEDESOL. 2010. Informe Anual Sobre La Situación de Pobreza y Rezago Social. Secretaría de Desarrollo Social. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. México.

Serna, SO; M Gómez, H; LW Rooney. 1990. Technology, chemistry and nutritional value of alkaline-cooked corn products. In: *Advances in Cereal Sciences and Technology*, Vol. X. Y Pomeranz (Ed.). American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN. pp: 243-307.

Tenaillon, M. I.; U'ren, O. J.; Tenaillon, J. and Gaut, B. S. 2004. Selection versus demography: a multilocus investigation of the domestication process in maize. *Mol. Biol. Evol.* 21(7):1214-1225.



Turrent, A. and Serratos, J. A. 2004. Context and background on maize and its wild relatives in Mexico. *In: maize and biodiversity: the effects of transgenic maize in Mexico. Key findings and recommendations. commission for environmental cooperation. Secretarial Report. Getineauu, Quebec, Canada. 1-55 pp.*

Vavilov, N. I. 1926. Studies on the origin of cultivated plants. (Russian) *Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding*, 14: 1–245.

Vázquez, CMG; JPM Pérez, C; JM Hernández, C; ML Marrufo, D; E Martínez, R. 2010. Calidad de grano y de tortilla de maíces del altiplano y valle de mezquital, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33 (Num. Especial 4): 49-56.