

## Comportamiento agronómico de la variedad Chichén Itzá: maíz de alta calidad proteica desarrollada en Yucatán

El maíz es un alimento muy completo, que contiene muchas vitaminas y minerales que favorecen nuestro metabolismo. Sin embargo, la proteína del grano de maíz es deficiente en la proporción de lisina y triptofano, aminoácidos esenciales para el ser humano. Lo que podría conllevar a una desnutrición, de manera especial en niños, madres, lactantes y ancianos. Como alternativa a la escasa calidad y baja producción del maíz, en los últimos años y en diversos países se ha trabajado con los llamados “maíces de calidad proteínica” (o QPM, del inglés quality protein maize). Si se lograra aumentar el consumo de los maíces de calidad proteínica en la población, especialmente la rural, se podría mejorar el nivel nutricional en México.

**Palabras clave: calidad proteica, maíz amarillo, nutrición, Poaceae, Zea mays L.**

MÓNICA GUADALUPE LOZANO-CONTRERAS<sup>1</sup> Y  
GENOVEVO RAMÍREZ-JARAMILLO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP, Campo Experimental Mocochoá, km 25  
Antigua carretera Mérida-Motul, C.P. 97454,  
Mocochoá, Yucatán, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigación Regional Sureste-INIFAP. Calle 6  
núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz,  
Mérida, Yucatán, México.

[lozano.monica@inifap.gob.mx](mailto:lozano.monica@inifap.gob.mx)

Históricamente en México las numerosas variedades de maíces (*Zea mays* L.) nativos se utilizan para elaborar además de la tortilla, una enorme cantidad de preparaciones culinarias tradicionales, lo que hace del maíz uno de los elementos fundamentales de la cocina nacional (Fernández-Suárez *et al.* 2013). Y hasta la fecha estos maíces siguen siendo el sustento de miles de familias rurales mexicanas (Fernández-Suárez *et al.* 2013). En el caso particular de Yucatán, este cultivo forma parte importante de los sistemas de milpa y el huerto familiar, debido a que este cultivo, así como algunos otros, componen una fuente de alimento en tiempos de escasez y épocas difíciles (Terán *et al.* 1998, Hernández-Guzmán *et al.* 2022).

Por otro lado, a pesar de tener acceso directo a los recursos alimentarios de forma directa e inmediata, a través de los sistemas de milpa y/o el huerto familiar, se presentan serios problemas relacionados con la desnutrición. Con la intención de minorizar este problema y al ser el maíz el cultivo más utilizado por las familias mexicanas, investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), desde 1996 desarrollaron y liberaron maíces de alta calidad proteica (APC), los cuales contienen hasta 100 % más lisina y triptófano que los maíces comunes; de hecho, la calidad proteínica de los maíces QPM (Quality Protein Maize) es similar a la de la leche (Bressani 1994, Espinosa *et al.* 2001, Ortega *et al.*

@CICYoficial    

2001, Palafox *et al.* 2003, Vázquez *et al.* 2005). Bajo esa premisa y con el objetivo de mejorar la producción de los campesinos, coadyuvar a satisfacer el requerimiento de maíz anual y mejorar el nivel de vida de las familias, en especial, hacia las áreas marginales del Sureste de México, se generaron maíces con alta calidad de proteína que se adaptaron a la región tropical con ventajas agronómicas, mejor rendimiento y principalmente mejoran la nutrición de los consumidores (Sierra *et al.* 2008). El resultado de 12 años de investigación y el mejoramiento genético realizado en el INIFAP, dio como producto la primera variedad criolla mejorada con calidad proteínica para su establecimiento en un sistema de producción de roza-tumba-quema, que ha sido denominada Chichén Itzá (maíz amarillo), la cual presenta un contenido de lisina y triptófano, superior en un 50 % al de los maíces criollos y un rendimiento factible que puede superar las 2.5 ton/ha en este sistema (Aguilar *et al.* 2010).

### Descripción de las características morfológicas de la Variedad Chichen Itzá y de sus progenitores.

Es una variedad derivada del segundo ciclo de selección recurrente por surco modificado, practicado en una población formada con colectas de maíces amarillos nativos de la Península de Yucatán, conocidos como Xnuck'nal y están correlacionados con la raza Tuxpeño. La formación de la población amarilla se inició en el ciclo de otoño invierno 1998-1999 con una colecta de maíces criollos de color de grano amarillo, los cuales posteriormente se evaluaron en ensayos de rendimiento y se caracterizaron por tipo de mazorca cilíndrica. Se seleccionaron los mejores maíces con esas características y se recombinaron en un lote aislado mediante familias de Medios Hermanos en la relación 2:1 para formar la población amarilla tardía. En el ciclo de primavera-verano 2002, mediante un programa de retrocruzas se inició la incorporación del carácter de calidad proteínica, utilizando como fuente del carácter de calidad proteínica al híbrido de cruce trilineal H-519 C de grano blanco, obteniéndose de esta forma la F1.

La variedad Chichen Itzá, presenta un ciclo intermedio tardío de 130 a 140 días de siembra a cosecha (Figura 1A), el cual posee características innatas de los maíces criollos, como por ejemplo su adaptación a las condiciones del sistema roza-tumba-quema o milpa. Es un maíz de grano amarillo; su grano es

semidentado de color amarillo jaspeado, con una proporción de granos blancos menor al 20 %. (Figura 1E), esta variedad presenta las mejores características agronómicas, en cuanto a los parámetros de altura de planta (el porte que presenta esta variedad es de medio a alto), la altura de mazorca (Figura 1B), diámetro de tallo (Figura 1C), peso de la mazorca, peso del grano y peso del olote (Cuadro 1) (Aguilar *et al.* 2010). Las características de planta, espiga (Figura 1D), mazorca y semilla que se presentan en el Cuadro 1, fueron tomadas en muestras de 200 plantas en la localidad de Sitio Experimental Uxmal, Yucatán, por lo que, se advierte que estas características pueden diferir en otras regiones.

### Calidad proteínica.

Esta variedad criolla mejorada contiene un porcentaje de lisina y triptófano de 0.292 y 0.048 mg/100g respectivamente, los cuales son superiores en un 50 % a los niveles que contienen los maíces criollos de grano normal (Aguilar *et al.* 2010).

### Comportamiento agronómico de la variedad Chichen Itzá con riego de auxilio.

Esta variedad presenta una altura de 197 centímetros de alto, la productividad de grano en condiciones de riego de auxilio es de 354 gramos (Figura 2). El Porcentaje de biomasa de cada una de las partes de la planta es del 37 % el cual corresponde al peso de la mazorca, seguido del 25 % de las hojas, 23 % del tallo, 8 % el peso del olote, 5 % de la raíz y un 2 % de la espiga (Figura 2). El rendimiento de grano con riego de auxilio, sembrado en suelos luvisoles (K'ankab), es de 4,000 kg/ha, sin embargo, se podría obtener con riego de auxilio un rendimiento potencial aproximado de 5,500 kg/ha. Su potencial de rendimiento es de cinco toneladas por hectárea y en el sistema milpa, este potencial se expresa con mayor claridad en condiciones de suelos de planicie conocidos regionalmente como K'ankab o Chac-lu'úm, que se localizan a manera de lunares entre los suelos pedregosos de este sistema de producción.

El valor agregado de la variedad Chichen Itzá, con su calidad proteínica le da ventajas comparativas respecto del maíz de grano normal y ayuda a elevar el nivel alimentario de los infantes y de la población en general que viven en las zonas marginales donde se practica la tradicional roza-tumba-quema (Aguilar *et al.* 2010).





**Figura 1.** Variedad Chichén Itzá de calidad proteínica. **A.** Parcela de maíz, durante su desarrollo. **B.** Altura de mazorca. **C.** Diámetro de Tallo. **D.** Espiga. **E.** Mazorcas color Amarillo con 20 % de grano blanco.. (Fotografías: Mónica G. Lozano-Contreras y Genevevo Ramírez Jaramillo).



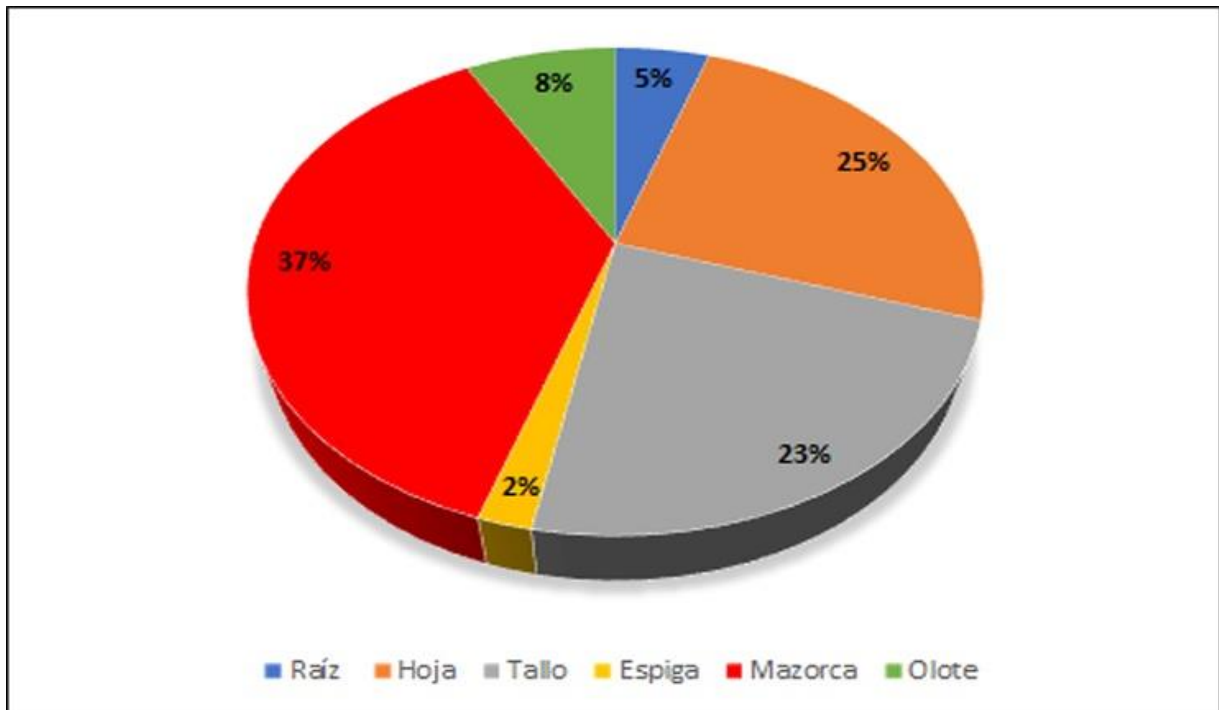


Figura 2. Porcentaje de biomasa de cada una de las partes de la planta en la variedad Chichen Itzá.

## Referencias

- Aguilar-Castillo G., Gómez-Montiel N., Torres-Pimentel H. y Vázquez-Carrillo G. 2010.** Sac-Beh y Chichen Itza: variedades de maíz de calidad proteínica para el sistema Roza-Tumba-Quema de la península de Yucatán. INIFAP. Centro de Investigación regional del sureste. Campo Experimental Mocochoá. *Folleto Técnico* 3: 5–8.
- Bressani R. 1994.** Opaque 2 corn in human nutrition and utilization, in Quality protein maize: 1964–1994. Proceeding of the international symposium on quality protein maize, Embrapa/cnpms, Sete Lagoas MG Brasil, diciembre 1-3, 41–63 pp.
- Espinosa C.A., Turrent A., Córdova H., Gómez N., Sierra M., ... y Avendaño S. 2001.** Maíces de calidad Proteínica: Una Alternativa para el Campo Mexicano. Innovación y competitividad. *Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico, A.C. (ADIAT)*, Números 3 y 4: 10–15.
- Fernández-Suárez R., Morales-Chávez L.A. y Gálvez-Mariscal A. 2013.** Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una visión indispensable. *Revista fitotecnica mexicana* 36 (Supl. 3-a): 275–283.
- Hernández-Guzmán H., de Jesús Aguilar Cordero W. y Gómez-Varela C.S. 2022.** Uso y manejo de raíces y tubérculos comestibles nativos en una comunidad maya de Yucatán, México. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* 32(59): 1–27. <https://www.ciad.mx/estudiosociales/index.php/es/article/view/1177>
- Ortega A., Cota O., Vasal S.K., Villegas E., Córdova H., ... y Espinosa A. 2001.** H-441C, H-442C y H-469C, híbridos de maíz de calidad proteínica mejorada para el noroeste y subtropical de México. INIFAP, CIRNO, Campo Experimental Valle del Yaqui, *Folleto Técnico* No. 41, Cd. Obregón, Sonora, 44 pp.
- Palafox C.A.M., Sierra M.M.F., Rodríguez A., Espinosa C.N., Gómez M.H. y Córdova O. 2003.** Yield and adaptation of Quality Protein Maize hybrids and varieties in Southeast Mexico. In: Book of Abstracts. Arnel R. Hallauer International Symposium on Plant Breeding. Mexico City. 132–133 pp.

**Sierra M.M., Palafox C.A., Rodríguez M.F.A., Espinosa C.A., Vásquez C.G., ... y Barrón F.S. 2008.** H-564C, híbrido de maíz con alta calidad de proteína para el trópico húmedo de México. Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC-INIFAP. Desplegable técnica. Núm. 6.

**Terán S., Rasmussen C.H. y May O. 1998.** Las plantas de la milpa entre los mayas. Etnobotánica de las plantas cultivadas por campesinos mayas

en las milpas del noroeste de Yucatán. México: Fundación Tun Ben Kin A.C., Mérida. 278 pp.

**Vázquez C.M.G., Escobedo M.D., González C.A., Turrent F.A. y Tut C.C. 2005.** Contenidos de proteína, lisina y triptófano en maíces de calidad proteínica (ACP) con diferente manejo agronómico. *Agricultura Técnica en México* 31: 191–202.

**Cuadro 1.** Características Agronómicas de la Variedad Chichen Itzá, de polinización libre. (Tomado y modificado de Aguilar *et al.* 2010).

Características	Variedad Chichen Itzá
<i>Forma de la punta de la primera hoja</i>	Redonda
<i>Orientación de las hojas arriba de la mazorca</i>	Semierecta
<i>Grado de zigzagado del tallo</i>	Fuerte
<i>Diámetro de tallo</i>	3.03 cm
<i>Coloración de antocianinas en raíces adventicias</i>	Ausente
<i>Cubrimiento de panoja por hoja bandera</i>	Ausente
<i>Coloración de antocianinas en anteras frescas</i>	Ausente
<i>Forma de espiga</i>	Abierta
<i>Coloración de antocianinas en los estigmas</i>	Ausente
<i>Forma de mazorca</i>	Cilíndrica
<i>Cantidad de hileras</i>	13
<i>Disposición de hileras</i>	Recta
<i>Tipo de grano</i>	Semidentado
<i>Altura a la mazorca (cm)</i>	147
<i>Altura de planta (cm)</i>	197
<i>Color del grano</i>	Amarillo con 20 % de grano blanco

Desde el Herbario CICY, 14: 201–205 (22-septiembre-2022), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 110, [www.cicy.mx/Sitios/Desde\\_Herbario/](http://www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/), [webmas@cicy.mx](mailto:webmas@cicy.mx). Editores responsables: Rodrigo Duno de Stefano, Diego Angulo y Lilia Lorena Can Itzá. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 22 de septiembre de 2022. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.