



Novedades científicas

Desde las redes

Noticias de la AMC

Moisés Herrera Bernadac, Ángeles Ávalos Hernández y Angélica López Rodríguez

Más allá de la domesticación del maíz

En este artículo se relatan los hallazgos antropológicos y genéticos que evidencian el origen del maíz. Además, dado que tanto el ancestro del maíz como las primeras pistas de su domesticación se encontraron en territorio mexicano, se analizan los factores culturales y socioeconómicos que llevaron a la propagación y a la diversificación del maíz en nuestra sociedad y en el mundo.

Mitos y leyendas del maíz en México

Aunque el maíz ha sido parte fundamental de la gastronomía mundial por miles de años, su origen aún es incierto. Desde la antigüedad, en México llegó a ser un alimento tan importante para algunas culturas que incluso quedó plasmado en sus libros sagrados. Por ejemplo, el *Popol Vuh* (legado de los mayas) narra que, después de que los dioses crearon la Tierra y los animales, buscaban la creación de un ser que pudiera adorarlos, venerarlos y decir su nombre... así que, tras varios intentos fallidos con barro y madera, crearon al ser humano a partir de una combinación perfecta de agua y maíz. Por su parte, los mexicas adoraban a *Cintéotl* o *Centéotl* (del náhuatl *centli*, “mazorca del maíz seco”, y *teotl*, “dios o diosa”), que se comportaba como hombre o como mujer. La historia cuenta que después de su nacimiento se escondió debajo de la tierra, de manera que hoy varias plantas provienen de diferentes partes de su cuerpo: su cabello se convirtió en algodón, su nariz en chía, sus dedos en camotes, sus uñas en un maíz alargado y sus ojos en diferentes semillas, además de otros cultivos que también emergieron de su cuerpo. En tanto, los aztecas agradecían al dios *Quetzalcóatl* por ayudarlos a obtener granos de maíz al convertirse en una hormiga negra que, acompañado de una hormiga roja, recorrió un largo y difícil camino más allá de las montañas para traer a los humanos un grano de maíz. Antes sólo comían raíces y animales que cazaban, hasta que empezaron a cultivar esta planta (véase la Figura 1).





Figura 1. Trascendencia mítica del maíz en la cultura popular mexicana. Representación de las leyendas: a) maya, b) mexica y c) azteca.

■ Domesticación y propagación

Hace sólo unos 10 000 años, los humanos en muchas partes del mundo comenzaron a criar ganado y cultivar alimentos en terrenos específicos. Estos avances proporcionaron fuentes de alimentos más confiables y permitieron asentamientos más grandes y permanentes.

A pesar de su abundancia e importancia mundial, el origen biológico del maíz ha sido un misterio; sin embargo, el trabajo de investigación de botánicos, genetistas y arqueólogos, entre otros especialistas, ha llevado a la identificación del ancestro silvestre del maíz, con la intención de determinar el lugar y el tiempo en que se originó. En la primera parte del siglo XX se descubrió una planta que parecería ser el progenitor del maíz: una hierba mexicana llamada teosinte o teosintle, que tiene una arquitectura similar a la del maíz pero ramificada, su fruto es como una mazorca pequeña de aproximadamente 10 cm, con sólo una docena de granos envueltos en una carcasa dura como la piedra; sin embargo, por su apariencia diferente, parecía difícil ver cómo estas plantas podrían estar relacionadas (véase la Figura 2). De hecho, el teosinte se clasificó al principio como un pariente más cercano al arroz que al maíz.

Entonces, para identificar los orígenes del maíz se necesitaban técnicas forenses más definitivas, como las que se usan en los tribunales para determinar la paternidad, por ejemplo, al comparar las secuencias génicas para ver diferencias y similitudes (método conocido como genotipificación). Para rastrear la paternidad del maíz, un grupo de investigadores reu-

nió más de 60 muestras de teosinte de todo su rango geográfico en el hemisferio occidental y comparó su perfil génico con todas las variedades de maíz. Descubrieron que todo el maíz era genéticamente más similar a un tipo de teosinte localizado en el Valle Central del río Balsas en el sur de México, con lo cual sugirieron que esta región fue la “cuna” de la evolución del maíz. Además, al calcular la diferencia del material genético entre el maíz moderno y el teosinte del Balsas, estimaron que la domesticación se produjo hace alrededor de 9 000 años.

Inspirados en estos hallazgos y con el objetivo de comprender mejor el estilo de vida de las personas que cultivaban estas plantas, los investigadores ex-

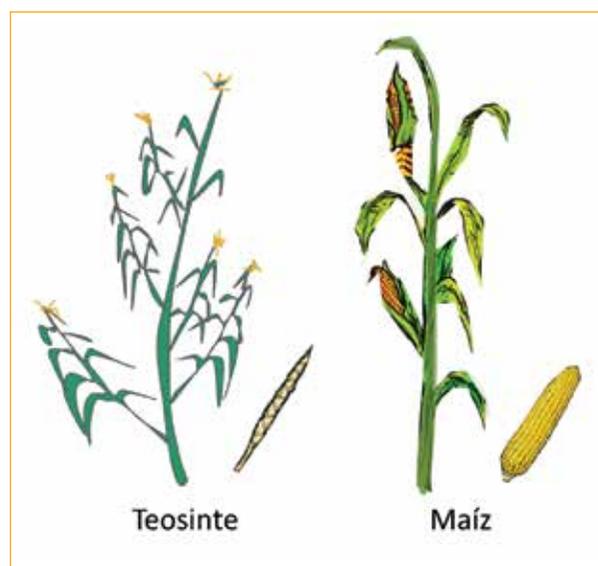


Figura 2. Morfología del teosinte y del maíz. Se conoce como teosinte a las especies silvestres del grupo del maíz (*Zea mays*).

cavaron cuevas y refugios rocosos en la región, en busca de herramientas utilizadas por sus habitantes que tuvieran restos de granos de almidón y otras muestras microscópicas de maíz. En el refugio de Xihuatoxtla, cerca del Balsas en Guerrero, descubrieron una serie de herramientas de molienda de piedra con residuos de maíz. Las herramientas más antiguas se encontraron en una capa de depósitos que tenían más o menos 8 700 años. Esta es la evidencia física más temprana del uso de maíz que se ha obtenido hasta la fecha y coincide muy bien con el marco temporal de la domesticación del maíz estimado a partir del análisis génico.

Más adelante, se descubrieron otros restos ancestrales. Por ejemplo, en San Andrés, Tabasco, se hallaron herramientas con restos de olotes de maíz y polen de hace aproximadamente 7 300 años. Pero las evidencias más recientes provienen de las cuevas Guilá Naquitz en Oaxaca y San Marcos en el Valle de Tehuacán, Puebla, donde los restos encontrados parecen tener una antigüedad aproximada de 6 000 y 4 000 años, respectivamente (véase la Figura 3). Sin embargo, estas regiones están fuera del rango original de distribución del ancestro silvestre del maíz, lo cual da más pistas de su popularidad y fácil dispersión en las comunidades; de hecho, diversos

estudios arqueológicos indican que el maíz se extendió hacia el sur de México y llegó hasta Panamá hace aproximadamente 7 600 años.

El aspecto más impresionante de la historia del maíz es lo que nos dice acerca de las capacidades de los agricultores de hace aproximadamente 9 000 años. Estas personas vivían en pequeños grupos y cambiaban sus asentamientos de forma estacional. No obstante, fueron capaces de transformar una hierba con muchas características inconvenientes e indeseadas y obtuvieron una cosecha fácil y de alto rendimiento. El proceso de domesticación debe haber ocurrido en muchas etapas durante un lapso considerable, a medida que se modificaron muchas características diferentes e independientes de la planta.

El paso más importante fue liberar los granos de teosinte de su dura cubierta. Otra etapa consistió en desarrollar plantas en las que los granos permanecieron intactos en las mazorcas, a diferencia de los pequeños frutos de teosinte, que se fragmentan en granos individuales. Los primeros cultivadores tuvieron que observar que, entre las plantas variantes del teosinte, había algunas en las que los granos nutritivos estaban al menos parcialmente expuestos, o cuyos frutos no se desgranaban, o tal vez las que

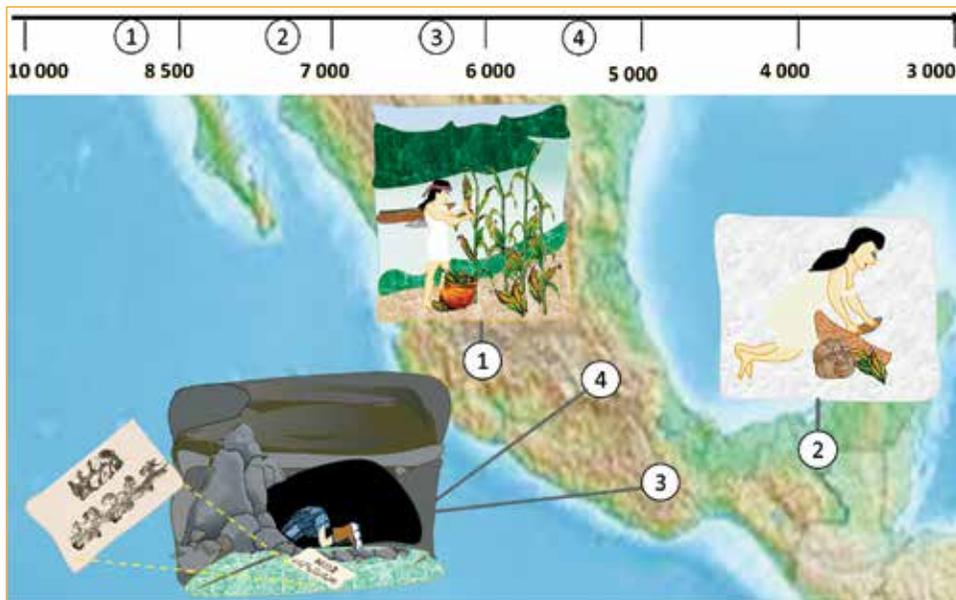


Figura 3. Evidencia de los ancestros del maíz en México. Localización geográfica de: 1) Xihuatoxtla en Guerrero, 2) San Andrés en Tabasco, 3) Guilá Naquitz en Oaxaca y 4) San Marcos en Puebla.



tenían más filas de granos; luego ellos debieron cultivarlos de manera selectiva.

Cuando Cristóbal Colón llegó a América en 1492, los agricultores americanos, desde Canadá hasta Chile, ya estaban cultivando variedades mejoradas de maíz. Los nativos americanos enseñaron a los colonizadores europeos a cultivar los granos de maíz domesticado, de manera que cuando estos últimos regresaron a España, probablemente llevaron consigo semillas de varios cultivos locales de maíces domesticados. Así, desde su introducción en Europa por Colón y otros exploradores, el maíz se ha extendido a todas las áreas del mundo que son adecuadas para su cultivo.

Lisis alcalina (nixtamalización)

Cocción a temperaturas cercanas a la ebullición del maíz en una solución alcalina (cal y agua [hidróxido de calcio + agua]) que permite que los carbohidratos de la membrana del grano de maíz (que son solubles en soluciones alcalinas) se suavicen y aflojen, para liberar productos químicos del germen y permitir que las proteínas y los nutrientes del endosperma sean asimilables para el cuerpo humano.

■ **Valor nutritivo**

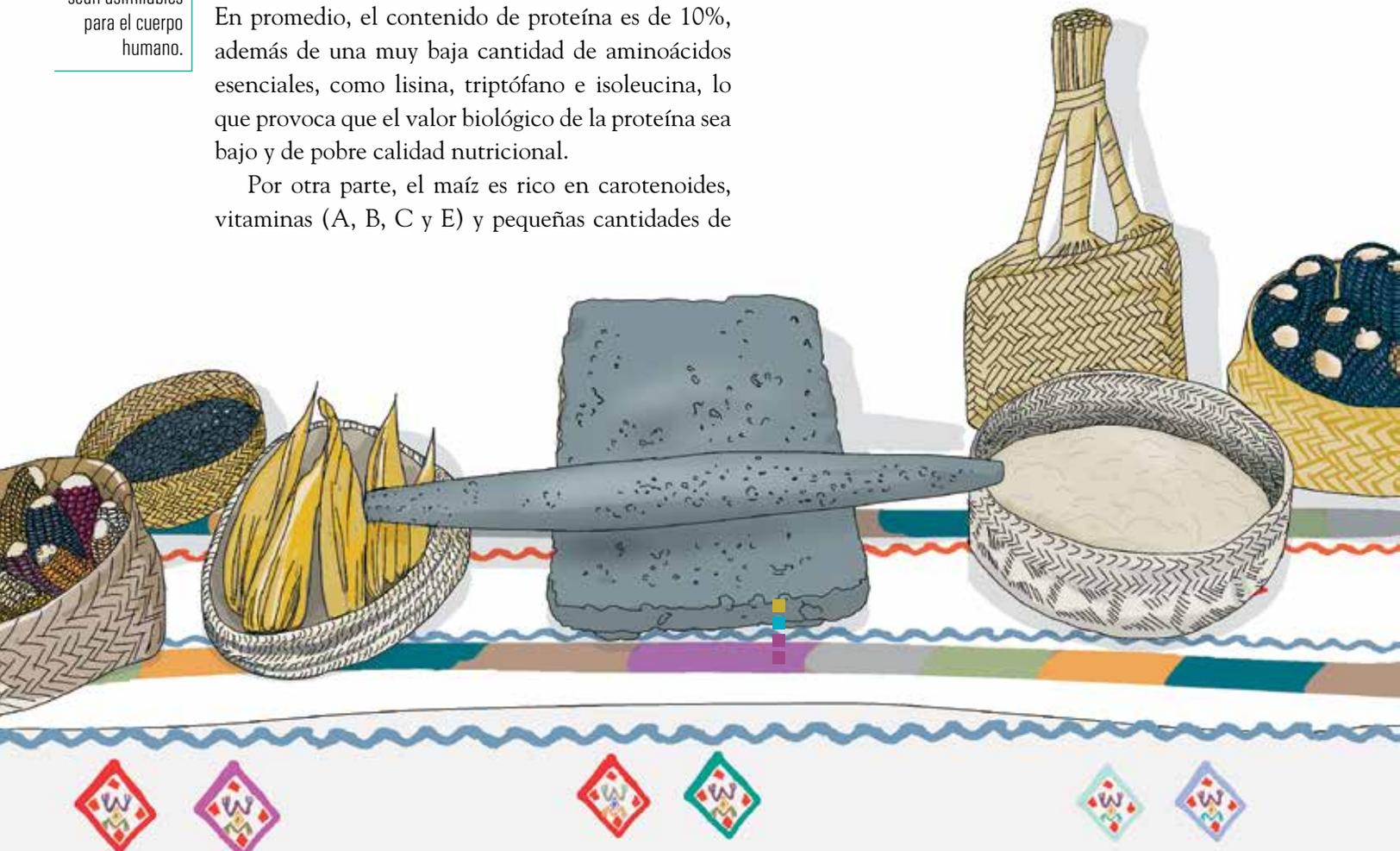
Aunque el maíz es un alimento importante en muchas partes del mundo, su valor nutricional es inferior al de otros cereales. La composición química del grano de maíz se ve afectada por el genotipo, el medioambiente y las condiciones de siembra. En promedio, el contenido de proteína es de 10%, además de una muy baja cantidad de aminoácidos esenciales, como lisina, triptófano e isoleucina, lo que provoca que el valor biológico de la proteína sea bajo y de pobre calidad nutricional.

Por otra parte, el maíz es rico en carotenoides, vitaminas (A, B, C y E) y pequeñas cantidades de

ácido fólico, colina y ácido pantoténico; pero, aunque contiene niacina o vitamina B3, no podemos aprovecharla a no ser que la desliguemos mediante una **lisis alcalina**. Por eso, en los países en los que este cereal es un alimento fundamental (como en México), se lava con cal viva para liberar la niacina.

Un grano de maíz contiene hasta 30% de grasas, por lo que se utiliza para obtener aceites ricos en grasas poliinsaturadas (como los ácidos grasos linoleico y linolénico). El almidón representa entre 72 y 73% del peso de un grano de maíz, porque es su componente mayoritario. También está constituido por polímeros de la glucosa (amilosa y amilopectina), que nuestro organismo usa para producir energía. Asimismo, tiene pequeñas cantidades de sacarosa y fructosa, además de minerales y antioxidantes.

Por su parte, la cubierta de la semilla, que es el salvado del maíz, se encuentra en las partes más externas del grano y está constituida por celulosas, hemicelulosas y lignina; estas sustancias dan rigidez al grano. Los humanos no podemos digerir es-





tas fibras, pero nos sirven para facilitar la digestión de otros alimentos y favorecer la salud de nuestro intestino.

Otros usos

 Muchas partes de la planta de maíz se usan en la industria. El almidón se puede descomponer en jarabe de maíz, un edulcorante común que es menos costoso que la sacarosa; el jarabe de maíz con alto contenido de fructosa se usa ampliamente en ali-

mentos procesados, como refrescos y gaseosas. Con los tallos se hace papel y paneles de yeso; las cáscaras se usan como material de relleno; las mazorcas se usan directamente para combustible o para hacer carbón y en la preparación de solventes industriales. El grano de maíz, por lo regular, se procesa mediante la molienda en seco o por molienda húmeda y se remoja el grano en una solución que contiene un poco de ácido sulfuroso; también se puede emplear un proceso de fermentación, en el que los almidones se transforman en azúcares y luego estos últimos

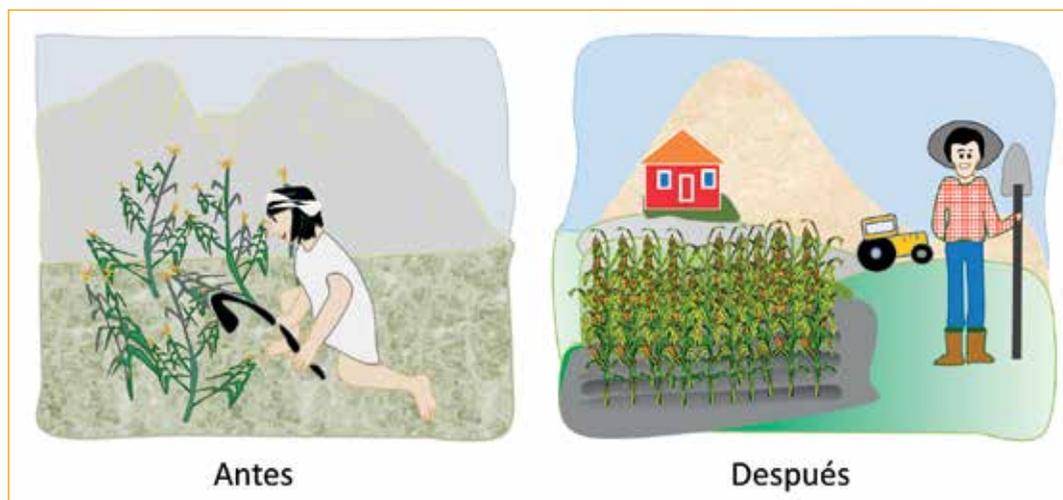


Figura 4. La domesticación del maíz. La recolección selectiva de plantas con características específicas dio lugar a modificaciones en la estructura de la planta de maíz, además de facilitar su cultivo.

se convierten en alcohol (fermentan) por medio de unos microorganismos llamados levaduras (que también se usan para producir pan y cerveza). Las cáscaras de maíz también tienen una larga historia de uso en las artes populares para objetos como amuletos tejidos y muñecas de hojas de maíz.

Asimismo, esta planta se usa para producir etanol (alcohol etílico), un biocombustible líquido de primera generación. El etanol de maíz se mezcla típicamente con gasolina para producir gasohol, un combustible automotriz que tiene 10% de etanol. Aunque los biocombustibles a base de maíz se promocionaron inicialmente como alternativas ecológicas al petróleo, su producción necesita la tierra cultivable y la materia prima de la cadena alimentaria humana, lo que desencadena un debate en torno a su uso y prioridades: alimentos contra combustibles. El etanol celulósico, que está hecho de partes de plantas no comestibles, como los residuos agrícolas, tiene un impacto menor en la cadena alimentaria, aunque la tecnología de conversión es por lo general menos eficiente que la de los biocombustibles de primera generación.

Estanqueidad

Índice que determina la posibilidad de fugas de un sistema; en el maíz, determina la capacidad de mezclarse con otras especies.

■ **Los híbridos**

■ A diferencia de los cultivos silvestres del teosinte, hoy en día el maíz domesticado crece en parcelas o

milpas acondicionadas para obtener el óptimo rendimiento (véase la Figura 4). La domesticación debió verse favorecida, dado que el maíz con sus partes femeninas (óvulos) y masculinas (polen) separadas es una planta polinizadora natural. Esto significa que los óvulos pueden ser polinizados por el polen de las plantas vecinas de manera natural, lo cual incrementa la diversificación de los cultivos.

Con base en esto, actualmente se realizan muchos esfuerzos para mejorar la adaptación del maíz a ambientes templados y tempranos. Sin embargo, se debe tener cuidado en el programa de mejoramiento para asegurar que el polen adecuado fertilice los óvulos de la planta apropiada, y así procurar que se genere un determinado cambio. Esto por lo general se logra mediante la polinización manual; la adaptación mejorada se refleja en un mayor rendimiento y una mejor calidad. El desarrollo de un nuevo híbrido de maíz es un proceso lento y costoso. Las nuevas variedades deben poseer un mejor rendimiento, capacidad de **estaqueidad**, resistencia a las plagas y tolerancia a diversos problemas. Esto significa que se requiere la experiencia de criadores, entomólogos, patólogos, fisiólogos y muchos otros especialistas. Además, se ha generado una gran controversia en ciertos sectores de la población acerca de la manipulación génica de los cultivos de maíz y sus repercusiones ambientales.

El maíz es más que sólo una planta, un montón de granos, masa o alimento para la ganadería; es un alimento mítico del que todavía nos queda mucho por aprender. Con todo esto, tenemos que disfrutarlo de la manera que más nos apetezca, ya sea en una tortilla, un tamal, unas palomitas, un atole o simplemente un delicioso elote cocido con mantequilla y sazonado con queso y chile.

Moisés Herrera Bernadac

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez del Estado de Durango.

Moy_HB_10@hotmail.com

Ángeles Ávalos Hernández

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez del Estado de Durango.

mary_291295@yahoo.com.mx

Angélica López Rodríguez

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez del Estado de Durango.

angelica.lopez@ujed.mx



Referencias específicas

Hernández, J. A. S. (2009), *El origen y la diversidad del maíz en el continente americano*, México, UACM.
 López Arenas, G. (2006), “Deidades de la fertilidad agrícola”, *Estudios Mesoamericanos*, 7:45-52.
 Ollhoff, J. (2012), *Mayan and Aztec mythology*, Edina, ABDO Publishing Company.
 Paliwal, R. L. et al. (2001), *El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción*, Roma, FAO. Disponible en <<https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-maiz-en-los-tropicos.pdf>>, consultado el 20 de agosto de 2019.

Piperno, D. R. y K. V. Flannery (2001), “The earliest archaeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: New accelerator mass spectrometry dates and their implications”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(4):2101-2103.
 Ranere, A. J., D. R. Piperno, I. Holst, R. Dickau y J. Iriarte (2009), “The cultural and chronological context of early Holocene maize and squash domestication in the Central Balsas River Valley, Mexico”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(13):5014-5018.