

¿Cuna o escaparate?

La domesticación de plantas en el Valle de Tehuacán

Alejandro **de Ávila B.**

Un grupo de esculturas que representan a la domesticación del maíz da la bienvenida a los visitantes al llegar a la ciudad de Tehuacán. En el imaginario colectivo, el valle circundante es la cuna del cereal más importante en el mundo: se trata de la especie que se cultiva en mayor extensión en el planeta hoy día, el grano que registra año con año la cosecha más voluminosa, y a la vez, la planta más valiosa como insumo industrial a nivel global (Ranum y cols., 2014).

En nuestro país, vemos a la mazorca como fuente directa de nuestros alimentos cotidianos, pero en otras latitudes el maíz es sinónimo de forraje, de edulcorantes, de biodiesel y, cada vez más, de moléculas para la manufactura de plásticos, medicamentos, cosméticos y un largo etcétera (Veljković y cols., 2018). Objeto de profunda reverencia para los mexicanos, la planta es desde otras ópticas un “bastardo” ligado íntimamente al desarrollo del capitalismo (Warman, 1988). En este ensayo argumentaré que el reconocimiento al Valle de Tehuacán como “hábitat originario de Mesoamérica” y “cuna del maíz” debe hacerse extensivo a un territorio muy amplio del sur del país, al mismo tiempo que la declaratoria oficial pasa por alto la domesticación en curso de otras especies, esa sí focalizada en esta región.

EL ORIGEN DE UN MITO

Entre 1961 y 1964, Richard MacNeish y sus colaboradores exploraron y excavaron una serie de cuevas en el valle: El Riego, inmediatamente al poniente de Tehuacán; Tecorral y San Marcos, pocos kilómetros al sur; y Coxcatlán, Abejas y Purrón, al norte de la comunidad de Tilapa. Los arqueólogos hicieron además calas en cuatro sitios en terreno abierto: Ajalpan, Cuachilco, Coatepec y las Canoas, ubicados dentro del triángulo que forman los pueblos de Altepexi, Miahuatlán y Zinacatepec. La cueva de Coxcatlán mostró buenas condiciones de conservación y la estratigrafía mejor marcada. Los investigadores encontraron abundantes restos de maíz (más de 24,000 especímenes arqueológicos) en todas las cuevas que excavaron, con la excepción de Las Abejas. Propusieron que sus hallazgos constituían la evidencia más temprana conocida hasta ese momento de *Zea mays* y concluyeron erróneamente que los olotes más antiguos que hallaron representaban al ancestro silvestre del cultivo. Fecharon el inicio de su domesticación siete mil años antes del presente, la antigüedad que estimaron para los olotes más tempranos en su secuencia, con base en carbón asociado con ese estrato (Mangelsdorf y cols., 1967).

Veintidós años después de la publicación de esas conclusiones, un grupo de especialistas llevó al laboratorio doce muestras de maíz que habían sido excavadas por el grupo de MacNeish, seis de ellas en la cueva de Coxcatlán y las otras en la cueva de San Marcos. Las sometieron a un fechamiento mediante espectrometría de masas con acelerador (AMS), técnica que permite determinar con exactitud la edad de una porción minúscula del espécimen. Los resultados mostraron que la antigüedad reportada en la década de 1960 no era confiable: las muestras de la cueva de San Marcos, que resultaron ser las más tempranas, rondaban los cinco mil años antes del presente (Long y cols., 1989). MacNeish y Mary Eubanks objetaron ese refehamiento, arguyendo que las muestras

habían sido contaminadas con bedacryl, resina acrílica usada para consolidar vestigios arqueológicos orgánicos, pero la supuesta contaminación, de ser veraz, habría sesgado la antigüedad en la dirección opuesta y la corrección se sostuvo (Long y Fritz, 2001). Las objeciones fútiles de MacNeish a los nuevos datos empíricos delatan el enamoramiento de un investigador con un hallazgo que le dio fama: el mito de origen del maíz en el Valle de Tehuacán se había consolidado con fervor, primero en los círculos científicos norteamericanos y después en la literatura popular y los medios de comunicación en México.

Estudios subsecuentes confirmaron la imprecisión de las fechas reportadas por MacNeish y su equipo. En la cueva de Coxcatlán, los olotes más tempranos datados mediante AMS provienen de hace 4,200 a 4,600 años (Smith, 2005), mientras que en la cueva de Purrón se encontró recientemente un solo espécimen fechado entre 3,000 y 3,400 años antes del presente (Torres y cols., 2018). Al mismo tiempo que se corroboraba la veracidad de las fechas corregidas por Long y sus coautores para las localidades poblanas, otros proyectos

Zea mays subespecie *parviglumis*, el teocintle ancestral.
Foto: Geovanni Martínez Guerra, Jardín Etnobotánico de Oaxaca.



revelaban un horizonte considerablemente más temprano para la domesticación del maíz en dos sitios 200 kilómetros hacia el sureste y 220 kilómetros hacia el suroeste de Tehuacán, respectivamente. En la cueva de Guilá Naquitz, cerca de Mitla en Oaxaca, Kent Flannery (arqueólogo que había colaborado con MacNeish y le dedicó la monografía resultante de su nuevo proyecto) y sus colaboradores encontraron restos de calabaza y maíz en 1966, solo dos años después del cierre de los trabajos en el valle. Treinta y cinco años más tarde, los primordios de olote que fueron excavados en el piso de esta cueva se fecharon mediante AMS y arrojaron una antigüedad de 6,000 a 6,300 años (Piperno y Flannery, 2001).

Se trata de la evidencia macroscópica más temprana conocida hasta ahora de la domesticación del maíz. Pocos años después de esa publicación, Dolores Piperno y su equipo hallaron estructuras microscópicas (granos de almidón, fitolitos y granos de polen) que identificaron como restos de maíz, fechados unos 9,000 años antes del presente, en el sitio de Xihuatoxtla, cerca de Iguala, Guerrero (Piperno y cols., 2009). Por su parte, la investigación genética mostró que todas las variedades de maíz cultivadas en América desde la época precolumbina descienden de la subespecie de teocintle denominada *Zea mays* ssp. *parviglumis*, la cual se distribuye exclusivamente en la vertiente del Pacífico (como casi todas las especies del género), donde se restringe por lo visto a las cuencas del río Verde en Oaxaca y del Balsas en Guerrero y Michoacán. Los datos moleculares indican que hubo un solo evento de domesticación, y muestran también que las variedades cultivadas más cercanas a la forma silvestre ancestral provienen de Oaxaca (Matsuoka y cols., 2002). Tanto la evidencia genética como la arqueológica desmiente entonces la versión que ubica la domesticación inicial del maíz en el valle de Tehuacán.

LA PATRIA DEL CHILE

Influenciados al parecer por la obra de MacNeish y la fama que le dio al valle, un grupo multidisciplinario

propuso en 2014 que el centro de origen de *Capsicum annuum*, el chile cultivado desde la antigüedad en Mesoamérica y el condimento más significativo a nivel mundial hoy día, se sitúa en la región de Tehuacán-Cuicatlán (Kraft y cols., 2014). Para llegar a esa conclusión, examinaron cuatro líneas de evidencia: los datos genéticos (semejanza entre chiles silvestres y cultivados con base en marcadores de ADN), el registro arqueológico, la distribución geográfica potencial de la especie bajo el clima del holoceno medio (6,000 años antes del presente) y la nomenclatura del picante en las lenguas originarias. Encontraron que la combinación de los cuatro enfoques identifica dos áreas como probables centros de domesticación del chile: el noreste de México y la zona centro-oriente del país. Los restos macroscópicos más tempranos que se conocen de *C. annuum* proceden de la cueva de Ocampo, en Tamaulipas, y de la cueva de Coxcatlán, en Puebla; sin embargo, en ninguno de los dos casos ha sido factible determinar si se trata de frutos cultivados o si son chiles que se recolectaban de plantas silvestres.

Los autores del estudio reconocen que la evidencia genética apunta al noreste de México como el área más probable de domesticación, puesto que la similitud en los marcadores moleculares entre las formas silvestres y cultivadas es sustancialmente mayor en esa región que en las zonas hacia el sur y occidente. Kraft y colaboradores concluyen, sin embargo, que el cultivo del *Capsicum* debe haber iniciado en la región centro-oriente del país a partir de inferencias lingüísticas. Al seguir esa línea, pasan por alto la falta de datos equiparables para el noreste, si bien los archivos virreinales atestiguan la presencia de numerosos pueblos originarios en Tamaulipas y Nuevo León, que probablemente hablaban diversas lenguas. Cecil Brown, antropólogo que participó en el estudio de Kraft y colaboradores, retoma el trabajo del lingüista Calvin Rensch (1976) para citar el término *'ki³ (donde el asterisco denota que se trata de una forma reconstruida y el número marca el nivel de tono) como la raíz que

supuestamente designaba al chile en proto-otomangue, la lengua ancestral que dio origen a la familia más extendida en Mesoamérica y la más diversificada en el continente (Eberhard y cols., 2020). Brown señala una fecha de 6,591 años antes del presente como punto de referencia para esa lengua, si bien el método glotocronológico en el que se basa ha sido cuestionado y descartado por muchos especialistas. Argumenta que el chile debe haberse domesticado cerca de Tehuacán porque es en esa área donde se originó la familia otomangue según Wichmann y colaboradores (2010). Brown propone que el hábitat ancestral proto-otomangue se ubica al suroriente del valle porque la mayor diversidad de lenguas de esa familia se presenta hoy día en el norte de Oaxaca, al hablarse en esa zona montañosa lenguas popolocanas, chinantecas, zapotecas y mixtecanas. Wichmann y colaboradores habían usado el mismo criterio para localizar el centro de origen de la familia.

Rensch había hecho sus reconstrucciones del proto-otomangue a partir de la información disponible en los años 1960, cuando preparó su tesis doctoral. Cinco lustros después, Terrence Kaufman (1990) profundizó en esa línea de investigación con una base de datos mucho más extensa y con una visión más amplia de la lingüística histórica. Reconstruyó una serie de términos para plantas y animales que le permitieron caracterizar al hábitat ancestral de la familia como una zona relativamente alta y árida, pues su lista incluye términos para pino, maguey y nopal, entre otros. Concluyó que el área donde se habló el proto-otomangue debe ubicarse dentro de una región bastante extensa que abarca desde el Valle de Oaxaca hacia el sur hasta el Valle del Mezquital y Querétaro hacia el norte y la cuenca del Balsas hacia el occidente; Kaufman enfatizó que no es factible por ahora asociar a la lengua ancestral con un área específica dentro de ese vasto territorio. Más aún, la evidencia fonológica, gramatical y léxica de las lenguas otomangues habladas hoy día le permitió deducir que la distribución actual de ramas enteras de la familia



“Chilhuacle”, una de las numerosas formas de *Capsicum annuum* bajo domesticación. Esta variedad es cultivada exclusivamente en un área reducida de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán. Foto: G.M.G., JEBOax.

refleja desplazamientos demográficos sustanciales en distintos momentos históricos, de tal forma que la zona de mayor “diversidad filogenética” (Brown *dixit*) se ubicaría originalmente hacia el occidente, donde colindan el Valle de Puebla, la cuenca de México y el actual estado de Morelos, y no en la proximidad de Tehuacán.

Además de reconstruir los términos del proto-otomangue para diversas plantas silvestres, Kaufman infiere la forma como se deben haber designado diversos cultivos. No concuerda con Rensch en cuanto al vocablo ancestral para el chile, sino que reconoce dos raíces distintas dentro de la familia para el picante: **xinya'* en la rama popolocana-zapotecana y **la'ah* en la rama amuzgo-mixteca. Por lo visto no es viable reconstruir ese término en las otras ramas de la familia: la otopame-chinanteca y la mangue-tlapaneca. En otras palabras, el trabajo de Kaufman, a quien consideramos la autoridad más confiable para a la lingüística histórica mesoamericana, no respalda las conclusiones de Kraft y colaboradores cuando ubican



“Xoconostle” o “pitaya de agosto”, *Stenocereus stellatus*.
Foto: G.M.G., JEBOax.

la domesticación de *Capsicum annuum* cerca de Tehuacán, con base, según creen, en la nomenclatura indígena del cultivo.

Para mayor contradicción, en 2015, solo un año después de la publicación del artículo de su coautoría sobre el chile, Brown difundió una serie de mensajes donde opina que el estamento de las lenguas otomangués “como familia verdadera no se ha documentado todavía, empleando con rigor los métodos comparativos de la lingüística histórica” (Brown, 2015). La seriedad de esa postura revisionista es puesta en duda por sus propios colegas, quienes citan diversas líneas de evidencia empírica para argumentar que la integridad de la familia otomangués es tan sólida como la de otras agrupaciones lingüísticas ampliamente aceptadas en la disciplina.

CHICHIPES, JIOTILLAS Y XOCONOSTLES

Los trabajos que hemos reseñado hasta aquí no confirman que el valle de Tehuacán haya albergado la domesticación inicial del maíz ni del chile,

cultivos de trascendencia global, pero un grupo de investigadores mexicanos han mostrado que la zona que nos atañe forma parte de una región más extensa donde podemos observar en curso la selección humana de ciertas plantas para uso local. En términos de teoría científica, este hallazgo nos parece tan relevante como dilucidar la historia del principal cereal o del condimento mayor. La región aludida comprende la Mixteca Baja en el noroeste de Oaxaca y la Montaña en el noreste de Guerrero, además de la cañada de Cuicatlán junto con el Valle de Tehuacán. Se han examinado allí con precisión las prácticas de manejo y las diferencias genéticas entre las poblaciones naturales y las formas cultivadas de algunos quelites como los alaches (*Anoda cristata*, Malvaceae) y los chepiles (*Crotalaria pumila*, Fabaceae), árboles con semillas comestibles como los huajes (*Leucaena esculenta*, Fabaceae) y cactáceas arborescentes con frutos apetecibles como los chichipes (*Polaskia chichipe*), las jiotillas (*Escontria chiotilla*) y los xoconostles o pitayas de agosto (*Stenocereus stellatus*) (Casas y cols., 2007). En todos los casos se ha mostrado cómo la intervención humana está incrementando la frecuencia de las características morfológicas culturalmente deseables, modificando los patrones de germinación y la variación genética en las plantas sujetas a manejo más intensivo.

En el Valle de Tehuacán se estudiaron plantas silvestres y cultivadas de las tres especies de cactus arborescentes. El trabajo inicial analizó los efectos de la selección campesina sobre la morfología y la biología reproductiva del xoconostle, comparando poblaciones silvestres no intervenidas, poblaciones manejadas *in situ* (al preservar selectivamente ciertos ejemplares en los desmontes agrícolas) y plantas cultivadas en huertos y solares (Casas y cols., 1998). Se tomaron muestras en seis puntos del valle: Coapan, San Lorenzo, Zapotitlán, Metzontla, San Juan Raya y Coxcatlán (la misma localidad que hizo famosa el proyecto de MacNeish). Los resultados, complementados con



“Jiotilla”, *Escontria chiotilla*. Foto: G.M.G., JEBOax.



“Chichipe”, *Polaskia chichipe*. Foto: G.M.G., JEBOax.

datos de la Mixteca Baja, indican que la gente selecciona los pitayos con frutos más grandes y más dulces, con cáscara delgada y pocas espinas; estos rasgos fenotípicos predominan en las poblaciones naturales manejadas y en las huertas, pero escasean o están ausentes del todo en las poblaciones silvestres sin intervención. Un estudio posterior demostró, para nuestra sorpresa, que hay mayor diversidad genética en las plantas cultivadas y en las poblaciones naturales manejadas *in situ* que en las plantas silvestres sin intervención (Casas y cols., 2006). Los autores atribuyen este resultado inesperado a una introducción continua de nuevas plantas, procedentes de otras poblaciones, en las áreas bajo manejo. Concluyen que las prácticas tradicionales pueden incrementar la diversidad local y deben jugar un papel clave en la conservación de los recursos genéticos a largo plazo.

Las observaciones hechas en los xoconostles del valle se confirmaron al estudiar otras dos cactáceas arborescentes. Al comparar las jiotillas manejadas con las silvestres, Arellano y Casas (2003)

encontraron que los frutos de las primeras son significativamente más grandes y pesados, contienen más pulpa y más semillas de mayor peso que los frutos de las segundas. Las plantas con las características deseables son más abundantes en las poblaciones manejadas, lo que obedece a las prácticas de selección; los autores concluyen que la domesticación de esta especie se está dando en el Valle de Tehuacán bajo manejo silvícola, sin cultivo. A diferencia de la jiotilla, que no se reproduce de modo vegetativo y es por lo tanto difícil de cultivar, el chichipe logra propagarse ocasionalmente por artejos y es cultivado en el valle. En experimentos de germinación, los investigadores confirmaron que las semillas de los chichipes manejados responden de modo distinto a las semillas silvestres, como lo hacen también las semillas de los xoconostles cultivados; en las jiotillas, en cambio, no hay tal diferencia entre las semillas de las plantas silvestres y manejadas (Casas y cols., 2007).

En contraste con los pitayos de agosto, los autores encontraron una variación genética ligeramente menor en los chichipes y jiotillas manejados, al compararlos con los silvestres. Todas estas

observaciones en cactáceas arborescentes son de interés teórico porque se había postulado anteriormente que la domesticación de plantas perennes, como los frutales en el Medio Oriente, requirió virar de la reproducción sexual a la propagación vegetativa, sobre todo en especies con un ciclo de vida largo y una polinización cruzada obligada. La domesticación en curso de estas cactáceas en el valle, que no se autofecundan y que en algunos casos tampoco se propagan vegetativamente, pone en entredicho ese postulado y resalta la eficacia del manejo de poblaciones naturales *in situ* como mecanismo cultural de selección genética.

CONCLUSIÓN

En 2016 se publicaron los resultados de las excavaciones más recientes que conocemos en relación con la domesticación de plantas en el valle de Tehuacán, realizadas en la cueva de San Marcos en 2012 en un proyecto conjunto del CINVESTAV y el INAH. El análisis de laboratorio subsecuente mostró que los restos más tempranos de maíz hallados en la cueva (fechados de 5,300 a 4,970 años antes del presente) conservan rasgos genéticos del teocintle que han desaparecido en las variedades cultivadas hoy día; los autores lo caracterizan como una planta “parcialmente domesticada” (Vallebuena y cols., 2016). En algunos *loci* (posiciones fijas en los cromosomas) que corresponden a secuencias modificadas por la domesticación, la variabilidad del ADN ya se ve reducida en comparación con *Zea mays*

“Pitayas de mayo”, *Stenocereus pruinosus*. Foto: G.M.G., JEBOax.



ssp. parviglumis del Balsas, mientras que otros *loci* presentan variación genética ausente del maíz contemporáneo. Los resultados indican además que la población bajo cultivo era altamente endogámica, y sugieren que estaba aislada y compuesta por individuos que posiblemente se autopolinizaban. Los investigadores concluyen que el cultivo del maíz en el valle puede haber evolucionado a partir de una fase inicial con poblaciones pequeñas y aisladas, con un marcado efecto fundador, a una fase subsecuente donde esas poblaciones se habrán cruzado. Esperan que en los próximos años una base de datos paleogenómicos más extensos permita esclarecer la transformación del teocintle en maíz.

Ampliar esa base de información paleogenómica para el maíz y otros cultivos mesoamericanos requerirá, por lo visto, extender la investigación a zonas bastante distantes hacia el sur y el occidente de Tehuacán, tal como apuntan los trabajos ya citados de Piperno y Flannery (2001) y de Piperno y cols. (2009). Nos topamos allá con el vacío: la violencia imperante en la cuenca del Balsas y la Sierra Madre del Sur por el cultivo y el trasiego de amapola y mariguana hace imposible la investigación. La excavación realizada doce años atrás en Xihuatoxtla parece hoy impracticable, a raíz de la desaparición de los cuarenta y tres estudiantes de la Escuela Normal de Ayotzinapa en la vecina ciudad de Iguala, entre otras tragedias en la región. El horizonte de distensión se ve lejano en este momento, pero dos factores concitan nuestra esperanza: la calidad de la investigación en manos de jóvenes mexicanos en este campo, como la hemos reseñado aquí, y el valor que tendrá todo avance en nuestro entendimiento de la evolución de la agricultura más diversa y la planta más humanizada del planeta, según las percibimos ahora.

BIBLIOGRAFÍA

Arellano E and Casas A(2003). Morphological variation and domestication of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) under silvicultural management in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50:439-453.



Brown C (2015). Doubt about status. Recuperado de: https://en.wikipedia.org/wiki/Talk%3A0to-Manguean_languages.

Casas A, Cruse Sanders J, Morales E *et al.* (2006). Maintenance of phenotypic and genotypic diversity in managed populations of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) by indigenous peoples in Central Mexico. *Biodiversity and Conservation* 15:879-898.

Casas A, Otero Arnaiz A, Pérez Negrón E and Valiente Banuet A (2007). *In situ* management and domestication of plants in Mesoamerica. *Annals of Botany* 100 (5):1101-1115.

Casas A, Valiente Banuet A y Caballero J (1998). La domesticación de *Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Riccobono (Cactaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 62:129-140.

Eberhard DM, Simons GF and Fennig CD (eds.) (2020). *Ethnologue: languages of the world*. Summer Institute of Linguistics, Dallas. Recuperado de: <https://www.ethnologue.com/>.

Kaufman T (1990). *Early OtoManguean homelands and cultures: some premature hypotheses*. University of Pittsburgh Working Papers in Linguistics, 1:91-136.

Kraft KH, Brown CH, Nabhan GP *et al.* (2014). Multiple lines of evidence for the origin of domesticated chili pepper, *Capsicum annum*, in Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111 (17):6165-6170.

Long A, Benz BF, Donahue DJ *et al.* (1989). First direct AMS dates on early maize from Tehuacán, Mexico. *Radiocarbon*, 31 (3):1035-1040.

Long A and Fritz JG (2001). Validity of AMS dates on maize from the Tehuacán Valley: a comment on MacNeish and Eubanks. *Latin American Antiquity*, 12:87-90.

Mangelsdorf PC, MacNeish RS and Galinat WC (1967). Prehistoric wild and cultivated maize. En Byers DS (Ed.), *The prehistory of the Tehuacán Valley. Volume I: Environment and subsistence* (pp. 178-200). University of Texas Press, Austin.

Matsuoka Y, Vigouroux Y, Goodman MM *et al.* (2002). A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping.

Proceedings of the National Academy of Sciences 99 (9):6080-6084.

Piperno DR and Flannery KV (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* 98:2101-2103.

Piperno DR, Ranere AJ, Holst I *et al.* (2009). Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the central Balsas River valley, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (13):5019-5024.

Ranun P, Peña Rosas JP and García Casal MN (2014). Global maize production, utilization, and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1312:105-112.

Rensch CR (1976). Comparative Otomanguan phonology. Indiana University Language Science Monographs, 14. Bloomington.

Smith BD (2005). Reassessing Coxcatlan Cave and the early history of domesticated plants in Mesoamerica. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102 (27):9438-9445.

Torres E, Vallebuena Estrada M, Martínez González J and García Cook Á (2018). AMS dates of new maize specimens found in rock shelters of the Tehuacán Valley. *Radiocarbon* 60 (3):1-13.

Vallebuena Estrada M, Rodríguez Arévalo I, Rougon Cardoso A *et al.* (2016). The earliest maize from San Marcos Tehuacán is a partial domesticate with genomic evidence of inbreeding. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113 (49):14151-14156.

Veljković VB, Biberdžić MO, Banković-Ilić IB *et al.* (2018). Biodiesel production from corn oil: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 91:531-548.

Warman A (1988). *La historia de un bastardo: maíz y capitalismo*. Fondo de Cultura Económica, México, D.F.

Wichmann S, Müller A and Velupillai V (2010). Homelands of the world's language families: a quantitative approach. *Diachronica* 27 (2):247-276.

Alejandro de Ávila B.
Jardín Etnobotánico de Oaxaca
adeavilab@gmail.com