

Anales de Antropología

Volumen 35

2001



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Anales de Antropología

FUNDADOR JUAN COMAS

CONSEJO EDITORIAL

Lyle Campbell, Universidad de Canterbury

Milka Castro, Universidad de Chile

Mercedes Fernández-Martorell, Universidad de Barcelona

Santiago Genovés, Universidad Nacional Autónoma de México

David Grove, Universidad de Illinois, Universidad de Florida

Jane Hill, Universidad de Arizona

Kenneth Hirth, Universidad Estatal de Pennsylvania

Alfredo López Austin, Universidad Nacional Autónoma de México

Carlos Navarrete, Universidad Nacional Autónoma de México

Claudine Sauvain-Dugerdil, Universidad de Ginebra

Gian Franco De Stefano, Universidad de Roma

Cosimo Zene, Universidad de Londres

EDITORES ASOCIADOS

Ann Cyphers, Universidad Nacional Autónoma de México

Yolanda Lastra, Universidad Nacional Autónoma de México

Rafael Pérez Taylor, Universidad Nacional Autónoma de México

Carlos Serrano Sánchez, Universidad Nacional Autónoma de México

EDITORA

Rosa María Ramos, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM

Anales de Antropología, Vol. 35, 2001, es editada por el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F. ISSN -0185-1225. Certificado de Licitud de Título (en trámite), Certificado de Licitud de Contenido (en trámite), Reserva al título de Derechos de Autor 04-2002-111910213800-102.

Se terminó de imprimir en diciembre de 2002, en *Desarrollo Gráfico Editorial, S.A. de C.V.*, Municipio Libre 175, Colonia Portales, México D.F. La edición consta de 500 ejemplares en papel cultural de 90g; su composición se hizo en el IIA por Pedro Israel Garnica y Ada Ligia Torres; en ella se emplearon tipos Tiasco y Futura de 8, 9, 11 y 12 puntos. La corrección la realizaron Karla Sánchez, Adriana Incháustegui, Mercedes Mejía y Christian Herrera; la edición estuvo al cuidado de Rosa María Ramos y Ada Ligia Torres. Diseño de portada: Francisco Villanueva. Realización: Martha González. Fotografía de portada: textil de los Altos de Chiapas (detalle). Adquisición de ejemplares: librería del Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, México, D.F., tel. 5622 9654, E-mail: libreria@servidor.unam.mx.

NUEVOS FECHAMIENTOS PARA LAS PLANTAS DOMESTICADAS EN EL MÉXICO PREHISPÁNICO

*Emily McClung de Tapia**

*Diana Martínez Yrizar**

*Guillermo Acosta***

*Francisca Zalaquet***

*Eléonor A. Robitaille****

* Laboratorio de Paleobotánica y Paleambiente
Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM

** Posgrado en Antropología/Instituto de Investigaciones
Antropológicas/Facultad de Filosofía y Letras-UNAM

*** Université de Montreal, Canada

Resumen: Con la publicación en 1989 de una serie de fechas directas de radiocarbono por medio de la técnica de espectrometría de masas por acelerador (AMS) aplicados a las mazorcas antiguas obtenidas de las excavaciones de las cuevas de San Marcos y Coxcatlán, realizadas por R. S. MacNeish en los años sesenta, se desató una nueva polémica acerca de la antigüedad del maíz en Mesoamérica. La posibilidad de fechar material botánico directamente, sin la necesidad de obtener carbón asociado a los contextos de donde este proviene, representó un paso significativo para el estudio de la domesticación de plantas en Mesoamérica. Otros investigadores utilizaron esta técnica para re-evaluar las edades asignadas de manera indirecta a los restos de maíz de sitios conocidos en Tamaulipas y Oaxaca, además de algunos de los restos de frijol y calabaza procedentes de las tres regiones.

Consideramos estos nuevos datos y sus implicaciones para el estudio de la domesticación de plantas y los cambios socioculturales asociados con la producción prehistórica de alimentos en Mesoamérica.

Palabras clave: domesticación, AMS, plantas prehispánicas.

Abstract: In 1989, a series of radiocarbon dates obtained by means of the accelerator mass spectrometry technique (AMS) directly from maize specimens recovered during R. S. MacNeish's excavations of San Marcos and Coxcatlan Caves were published. The result was a new controversy over the antiquity of domesticated maize in Mesoamerica. However, the possibility of directly dating botanical remains, rather than depending upon conventional dates obtained from charcoal associated with the context from which the plant materials were

recovered, represented a significant advance for the study of plant domestication. Other researchers soon began to employ this technique to re-evaluate the ages assigned to maize *remains* from sites in Tamaulipas and Oaxaca in addition to remains of beans and squash from all three regions.

We discuss the new dates and their implications for the study of plant domestication and the sociocultural transformations associated with prehistoric food production in Mesoamerica.

Keywords: domestication, AMS, prehispanic plants.

INTRODUCCIÓN

El origen del cultivo y la domesticación subsecuente de plantas es uno de los procesos más importantes en el desarrollo sociocultural y económico de los pueblos mesoamericanos, ya que implica una serie de transformaciones en las actividades de subsistencia que afectaron tanto la organización social como las estructuras económicas de estas comunidades.

Varias regiones en Mesoamérica han proporcionado evidencias arqueológicas de la transformación de un modo de vida trashumante, dependiente de la caza de especies animales y la recolección de vegetales, a un patrón sedentario basado en la agricultura. La extinción de la fauna pleistocénica dio lugar a un reemplazo, durante el Holoceno, por especies no aptas para el tiro y la carga, además de ser poco adaptables a la convivencia con el hombre. A pesar de la carencia de especies animales fácilmente domesticadas, con excepción del perro (*Canis familiaris*) y el guajolote (*Meleagris gallopavo*), Mesoamérica representa uno de los principales centros independientes de domesticación de muchas de las plantas económicamente importantes en el mundo.

Las investigaciones de los últimos 40 o 50 años fueron cruciales para llenar algunos vacíos en nuestro conocimiento y comprensión respecto al origen de la agricultura en México (por ejemplo, MacNeish, 1958; Byers, 1967; Flannery, 1986). Los proyectos realizados en cuevas secas de Tamaulipas (Valenzuela y Romero), Tehuacán (Coxcatlán y San Marcos) y Oaxaca (Guilá Naquitz) proporcionaron datos que todavía hoy forman la mayor parte de las evidencias arqueológicas en torno al desarrollo de la agricultura y a la domesticación de las tres plantas que constituyen la base de la alimentación en México y Mesoamérica —es decir el maíz, la calabaza y el frijol (Smith, 1997b).

En cambio, los últimos 20 años se han caracterizado por una “explosión” de la investigación biológica sobre la evolución de estas plantas. Estos estudios se dedicaron principalmente a la identificación de los “progenitores” silvestres de las plantas y a documentar su distribución geográfica actual. Una

parte sustancial de la información reciente relativa a los orígenes de la agricultura en México proviene de estos estudios biológicos (Smith, 2001a: 1324), en las siguientes áreas:

1. Estudios moleculares: de ADN de cloroplastos, de isoenzimas, perfiles genéticos comparativos, huellas digitales genéticas, microsátélites cuya contribución fue significativa en la búsqueda de progenitores silvestres.

2. La identificación de marcadores morfológicos, útiles para diferenciar las formas silvestres y domesticadas de las plantas (en el caso del frijol y de la calabaza).

3. Los estudios de “fitogeografía”, de la distribución geográfica de posibles progenitores silvestres de las plantas.

También ha sido determinante la contribución de nuevas técnicas y refinamientos metodológicos, como el fechamiento directo por medio de espectrometría de masas (AMS), el análisis de polen o fitólitos añadidos al estudio de los restos macrobotánicos, o de proporciones de isótopos estables de carbono y nitrógeno.

En varios casos estos nuevos estudios llevaron a cuestionar los resultados e interpretaciones generadas por las investigaciones en Tamaulipas, Tehuacán y Oaxaca. La controversia en torno al refechamiento por medio de espectrometría de masas por acelerador (AMS) de especímenes de maíz de las cuevas de Coxcatlán y San Marcos del Valle de Tehuacán (Long *et al.*, 1989) ha sido probablemente la más comentada en la literatura especializada. La cuestión del origen del maíz siempre ha estado en el centro de la investigación sobre los orígenes de la agricultura, estimulándola, reactivándola a veces y dando la pauta para estudiar la domesticación de otras plantas. Por lo tanto, la demostración de que los especímenes de Tehuacán eran posiblemente entre 800 y 2300 años más recientes de lo que se suponía (Long y Fritz, 2001: 87), motivó una serie de refechamientos de ejemplares de Tamaulipas y Oaxaca. Los resultados sugirieron una aparición mucho más tardía de las plantas domesticadas en las cuevas de la región de Ocampo, Tamaulipas (Smith, 1997b: 374-380), mientras que confirmaron la domesticación temprana de *Cucurbita*, con algunos especímenes de Guilá Naquitz, Oaxaca, fechados alrededor de 10 000 años antes del presente (ap) (Smith, 1997a: 934). A la luz de estos nuevos fechamientos y del reanálisis de diversos tipos de materiales algunos investigadores han supuesto que la transición hacia la agricultura fue mucho más tardía en Mesoamérica de lo que se pensaba (Fritz, 1994). Otros han puesto en duda particularmente el proyecto de Tehuacán, tanto el rigor de sus métodos como su cronología y secuencia cultural (Hardy, 1996). Por

otro lado, el rigor de la excavación de cuevas y campamentos en el Valle de Tehuacán ha sido demostrado ampliamente por Flannery (1997), y cabe señalar aquí que la voluntad de MacNeish para poner a la disposición de otros investigadores sus datos para su evaluación, utilización y crítica fue notable (véase por ejemplo, Smith, 1997b).

Con el fin de obtener más datos arqueológicos sobre el precerámico y los inicios de la agricultura, para buscar evidencias de domesticación de las plantas en los lugares indicados por las investigaciones biológicas, o para establecer secuencias cronológicas a partir de fechas por AMS, todos los autores están de acuerdo sobre la necesidad de realizar nuevas investigaciones arqueológicas, utilizando técnicas actuales (Flannery, 1997; Hardy, 1996; MacNeish, 2001; Smith, 1997, 2001a). Sin embargo, la carencia de datos nuevos, provenientes de regiones poco o nada estudiadas, sigue siendo una limitante significativa para este tema de discusión.

En años recientes el estudio de la transición hacia la agricultura y la documentación de las transformaciones en los modos de subsistencia a escala regional se han orientado hacia factores socioeconómicos (Smith, 2001a; 2001b). Sin embargo, a algunos investigadores les sigue preocupando el planteamiento de modelos causales: ¿por qué surge la producción de alimentos y la domesticación de las plantas? El modelo según el cual las transformaciones del clima y del medioambiente, a fines del Pleistoceno, desempeñaron un papel esencial en el desarrollo de nuevos modos de subsistencia ha sido retomado (Buckler *et al.*, 1998). Muchos especialistas aceptan el hecho de que en este periodo se dio una transición fundamental para las poblaciones humanas ya que por primera vez coincidieron una serie de cambios climáticos drásticos que influyeron de manera contundente en la vegetación terrestre y en el desarrollo biológico de la especie humana hacia su forma moderna, con mucho mayor capacidad para adaptarse a las condiciones ambientales mediante decisiones racionales frente a circunstancias cambiantes (Piperno y Pearsall, 1998).

Hacia el otro extremo de esta perspectiva ecológica se encuentra la de investigadores como Flannery (1986), quienes opinan que los cambios en las estrategias de explotación de los grupos humanos, explican los cambios prehistóricos en la subsistencia que se observan tanto en Tehuacán como Tamaulipas y Oaxaca.

Ante la cantidad de nuevas investigaciones, resultados e interpretaciones y la afluencia de publicaciones en torno al origen de la agricultura y a la evolución de las plantas bajo domesticación, parece oportuno revisar y sintetizar la información proporcionada por estos estudios recientes, lo cual constituye, precisamente, el objetivo de este artículo:

1. Revisar los planteamientos predominantes de los últimos 20 años relacionados con el desarrollo de la agricultura en México y particularmente con la domesticación del maíz, del frijol y la calabaza. Al mismo tiempo, contribuir para que los resultados de estos nuevos estudios –esencialmente publicados en inglés– sean accesibles a lectores de idioma español.

2. Contrastar estos datos recientes con los establecidos (anteriores a 1980), particularmente en lo que se refiere a las fechas de los restos macrobotánicos. La utilización del fechamiento directo por AMS ha cambiado de manera significativa nuestra percepción en cuanto a la periodificación de la domesticación en algunos casos. Por lo tanto, es conveniente sintetizar los resultados proporcionados por el “refechamiento” de especímenes botánicos procedentes de excavaciones arqueológicas en Tamaulipas, Tehuacán y Oaxaca.

La primera parte del presente trabajo se dedica a la investigación reciente en torno al origen de *Zea*. El maíz siempre ha sido el “motor” de la investigación sobre el desarrollo de la agricultura en México. Sin duda es la planta sobre la cual se han hecho más investigaciones, tanto biológicas como arqueológicas y sobre cuyo origen existen más datos. Ha sido y sigue siendo el instigador de las controversias más virulentas, acerca tanto de la identidad de su(s) progenitor(es) silvestre(s) como del proceso por el cual se desarrolló y de la “periodificación” de este desarrollo. Por lo tanto, es legítimo dedicarle la primera sección de este artículo. En la segunda parte, se presentan las evidencias recientes –en mayor parte biológicas– sobre el origen de las especies mesoamericanas de *Cucurbita*. Finalmente, una tercera parte trata la domesticación de *Phaseolus*, la última planta de la “trilogía”, sin embargo los datos son aún más escasos. En cada una de dichas secciones se discuten primero las evidencias nuevas proporcionadas por estudios biológicos y después los datos arqueológicos, aunque cabe mencionar que la trayectoria de las investigaciones en torno a cada género ha sido diferente y por consiguiente, el grado de detalle presentado en nuestra síntesis es variable.

MAÍZ (*Zea mays* L.)

Morfología y distribución geográfica

La posición más aceptada con respecto al origen del maíz lo considera como resultado de la hibridación y entrecruzamiento del teosinte silvestre, *Zea mexicana* (Galinat, 1971; Beadle, 1977). El teosinte es una gramínea de las

zonas semiáridas subtropicales de México y Guatemala. Su distribución comprende un área desde el sur de Chihuahua, hasta el límite entre Guatemala y Honduras. A pesar de su semejanza morfológica con el maíz, es difícil de cosechar eficientemente ya que sus inflorescencias tienen pocos granos. Es una planta oportunista; cuando se abandonan los campos del maíz, éstos son rápidamente invadidos por el teosinte (Flannery, 1973).

Investigaciones realizadas durante los años setenta y ochenta se concentraron en determinar cuál subespecie del teosinte fue el ancestro directo del maíz (Iltis y Doebley, 1984). Otra posición, desarrollada principalmente por Mangelsdorf (1947, 1974; Mangelsdorf y Reeves, 1938; Mangelsdorf *et al.*, 1964, 1967a, 1967b), sostiene que el maíz cultivado es descendiente de una forma silvestre de maíz palomero ya extinta, cuyos granos pequeños estaban envueltos en glumas. Mangelsdorf opinaba que el teosinte anual resultaba de la hibridación del maíz con una gramínea silvestre del género *Tripsacum*. Wilkes (1972) observó que aunque el teosinte y el *Tripsacum* compartían el mismo hábitat, no formaban híbridos en la naturaleza, y tampoco habían sido observados en el laboratorio. La estructura del polen de los dos géneros también difiere bastante como para suponer una relación tan cercana.

Por otro lado, el maíz y el teosinte comparten varias características que indican cierto grado de hibridación en la naturaleza, por ejemplo, una estructura y un número idéntico de cromosomas ($n=10$), semejanzas anatómicas notables y características morfológicas semejantes en el polen de ambas plantas (Beadle, 1977).

La antigua sección *Zea* contenía hasta hace poco tiempo sólo una especie, *Zea mays*; sin embargo, ahora incluye también, junto con la subespecie *mays* cultivada, todos los teosintes (silvestres) anuales de México y del oeste de Guatemala: el “maizoide” de granos grandes, subespecie *mexicana* (con sus tres razas: *Chalco*, *Altiplano Central* y *Nobogame*), y la subespecie *parviglumis*, de granos pequeños, que se encuentra en las regiones de altura media de las laderas del norte de la cuenca del río Balsas y Guatemala (las razas *Balsas* y *Huehuetenango*). La sección *Zea*, tanto la silvestre como la cultivada, se caracterizaba por tener glumas exteriores redondas y delgadas así como espiguillas muy separadas en racimos arqueados, laxos y esbeltos (Iltis y Doebley, 1984; Iltis, 1993). Al colocar la subespecie *mays* en una posición equivalente a la subespecie *mexicana* y a la subespecie *parviglumis*, se hizo hincapié en su relación cercana con estos grupos taxonómicos silvestres (Iltis, 1993).

Estudios de las espigas (inflorescencias masculinas) de *Zea* mostraron que este género podía dividirse en varias especies (Doebley e Iltis, 1980; Doebley,

1983; Iltis, 1993), como la *Z. luxurians*, caracterizada por la presencia de glumas exteriores con dos venas, aplanadas en la parte de atrás, y por espiguillas muy juntas en unos racimos rígidamente erectos, con el raquis del racimo muy aplanado en la parte de atrás. Ésta comprende las dos especies perennes de Jalisco, México, estrechamente relacionadas, *Z. diploperennis* y *Z. perennis*.

La evidencia molecular indica que la subespecie *parviglumis* es el teosinte más parecido al maíz. Un análisis de los datos de las isoenzimas muestra que una pequeña población de *parviglumis* se superpone a la del maíz en la porción central del drenaje del río Balsas, en el norte de Guerrero, el este de Michoacán y al oeste de México (Doebley, 1990).

Domesticación y las evidencias morfológicas

Se han planteado varias teorías probables sobre la domesticación del maíz, unas con un enfoque más bien biológico, otras ecológico y unas con explicaciones sociales. Estas teorías han sido analizadas por los especialistas, así como también las evidencias arqueológicas encontradas en los sitios mesoamericanos, y se ha debatido mucho sobre estos puntos (por ejemplo, Beadle, 1977; Doebley, 1990; Galinat, 1971; Manglesdorf, 1974; 1986; Benz, 1997).

Una de ellas plantea la probabilidad de que haya ocurrido una mutación en el teosinte en la que el grano se liberó de la cápsula, hecho ocurrido en una sola planta “fundadora”; ésta habría expuesto el grano encapsulado haciéndolo fácil de cosechar, lo que muy pronto se reconoció como útil, se colectó y se sembró (o se reprodujo por sí mismo). Es así como el maíz tuvo una domesticación única en la horticultura, la cual no se compara con la de los cereales seleccionados de cosechas masivas en el Viejo Mundo (Iltis, 2000: 8).

Es más probable que la región de origen del maíz esté cerca o dentro de la moderna distribución geográfica del *Zea mays* ssp. *parviglumis*, específicamente, la población del norte de la cuenca del Río Balsas (Iltis y Doebley, 1984: 599; Iltis, 1987: 213).

Otros autores explican que los rápidos cambios iniciales en la morfología de la inflorescencia del maíz se llevaron a cabo cuando el maíz estaba sometido a ajustes adaptativos relacionados con los cambios agroecológicos. Una semilla más grande tendría mayores ventajas adaptativas sobre otras especies de plantas silvestres o domesticadas en esas condiciones. Simultáneamente, los seres humanos estaban realizando un esfuerzo conciente para consolidar la mazorca, porque una vez cosechada, era fácil de transportar y almacenar, y cada vez más productiva (Benz y Long, 2000: 464).

Llama la atención el cambio relativamente lento en la morfología de la mazorca durante los periodos del Precerámico tardío y Formativo (después del 2500 aC y antes del 150 dC) porque fue durante este periodo cuando la agricultura se convirtió en el principal modo de subsistencia en Mesoamérica (Flannery, Marcus y Kowaleski, 1981; MacNeish, 1967; Stark, 1981; Willey, 1981; Benz y Long, 2000).

Los cambios morfológicos que ocurrieron después de 150 dC están probablemente asociados con la intensificación de la agricultura del maíz durante el periodo Clásico, Posclásico y los periodos históricos.

Recientemente, Mangelsdorf (1986) reformuló su hipótesis respecto al origen del maíz domesticado, con la propuesta de que surgió de la progenie de un cruce entre una especie de teosinte (*Zea diploperennis*) y el maíz silvestre extinto ya mencionado. Según este modelo, los teosintes más comunes, como los tipos Balsas y Chalco, son descendientes de este proceso de hibridación. Cabe notar que el género *Tripsacum* no figura en este esquema. Sin embargo, MacNeish y Eubanks (2000) han utilizado la hipótesis del *Tripsacum-Zea diploperennis* como plataforma para la reevaluación de la evidencia arqueológica para el origen del maíz, siguiendo en parte el planteamiento más reciente de Mangelsdorf (Bennetzen *et al.*, 2001). Desde su perspectiva, los resultados de un estudio experimental del cultivo del maíz han proporcionado nueva evidencia sobre el origen híbrido del maíz derivado de un cruce de *Zea diploperennis*, la especie de teosinte diploide de las tierras altas mexicanas y la gramínea *Tripsacum dactyloides*, segregando así la progenie híbrida que es muy parecida a los restos arqueológicos más antiguos del maíz que se han recuperado de las cuevas secas de Tehuacán. De acuerdo con estos autores, la evidencia que combina los nuevos hallazgos de genética experimental del maíz con un esquema completo de la arqueología de Tehuacán, Oaxaca, Tamaulipas y el Valle de México apoya su teoría del origen del maíz en las tierras altas de Mesoamérica (MacNeish y Eubanks, 2000: 3). No obstante, cabe señalar que los resultados obtenidos en las condiciones experimentales del laboratorio no han sido observadas en la naturaleza y no contestan a la fuerte evidencia isoenzímica (Doebley, 1990) que apoya la relación entre *Zea mays* ssp. *parviglumis* y *Z. mays* ssp. *mays*. Eubanks (2001) plantea que aunque el teosinte incuestionablemente desempeñó un papel clave como antepasado del maíz, no hay evidencia en el registro arqueológico que indique que el teosinte lentamente se convirtió en el maíz a través de una acumulación gradual de las mutaciones que distinguen al maíz del teosinte. Por otra parte, esta autora argumenta que ha sido posible generar ejemplares en unas cuan-

tas generaciones de experimentos, de progenie recombinada que se parecen mucho a los especímenes arqueológicos descubiertos de Tehuacán, Oaxaca, y Tamaulipas. Puede ser que las características que distinguen al maíz del teosinte se hayan originado de manera repentina, como indica el registro arqueológico, de la selección humana y el cultivo de recombinantes naturales derivados de la introgresión entre el *Tripsacum* y un teosinte primitivo. Concluye así que la evolución del maíz domesticado pudo haber progresado rápidamente (Eubanks, 2001). Esta conclusión pareciera contradecir la evidencia de Benz e Iltis (1990), quienes plantean que el maíz siguió evolucionando bajo domesticación, dando muestra de un proceso gradual, con base en los restos macrobotánicos de la Cueva de San Marcos, Tehuacán.

DATOS ARQUEOLÓGICOS

Por más de cuatro décadas, las cuevas de San Marcos y Coxcatlán en Tehuacán, la de Guilá Naquitz en Oaxaca, y las de Romero y Valenzuela, en la región de Ocampo, Tamaulipas han proporcionado gran parte de la evidencia para abordar las explicaciones sobre los orígenes de la agricultura en Mesoamérica.

Las fechas del carbón asociado a los contextos arqueológicos de donde se obtuvieron los restos de maíz, no concuerdan de manera consistente con las fechas obtenidas directamente por AMS de estos restos. El maíz más antiguo en Tehuacán, de acuerdo con los resultados del trabajo de Long *et al.* (1989), corresponde a aproximadamente 4700 años radiocarbono o, aproximadamente 3500 aC, lo que lo convierte en 2500 años más temprano de lo que se creía.

Los olotes de la cueva San Marcos del valle de Tehuacán se examinaron para estimar su semejanza morfológica con razas modernas de maíz mexicano. El estudio de dichos especímenes, que supuestamente tienen una edad de 7000 años, sugieren que éstos no guardan mucha similitud con ninguna raza mexicana moderna descrita hasta hoy (Benz e Iltis, 1990: 500). Esto implica que el maíz más antiguo de Tehuacán representa una variedad ya domesticada, dado que la morfología de sus olotes muestra rasgos de haber evolucionado a partir del teosinte (Iltis, 1993; Benz e Iltis, 1990). Además, el patrón puntual de cambios morfológicos en el maíz temprano de Tehuacán reflejan el aumento de su importancia en la dieta mesoamericana (Benz y Long, 2000).

Por consiguiente, los fechamientos obtenidos por AMS a partir del maíz más temprano del valle de Tehuacán (con un promedio correspondiente a los 4500 años ap), junto con la ausencia de restos de teosinte en los niveles fechados entre 10000 y 5000 años ap, sugieren que tal evidencia representa una etapa temprana del maíz ya domesticado (Piperno y Flannery, 2001).

Las fechas recientes de Guilá Naquitz en Oaxaca indican que el periodo inicial de la domesticación del maíz es aun anterior a los 5400 años ap. Esta conclusión está apoyada, además, por la presencia de polen de maíz en varios sitios paleoecológicos y arqueológicos de Centroamérica y del norte de Sudamérica que datan de entre el 6600 y el 4700 ap (Piperno y Flannery, 2001). Cabe señalar que el fechamiento por AMS en las mazorcas de Guilá Naquitz indica que son aproximadamente 730 años más antiguas que muchos de los especímenes de maíz reportados en el valle de Tehuacán (Benz, 2001). Además, las características morfológicas de las mazorcas apoyan la evidencia genética acumulada que demuestra la relación hipotética de ancestro-descendiente para el teosinte y el maíz y documenta algunas de las diferencias genéticas que distinguen la inflorescencia de *Zea* silvestre y domesticado. Los tres especímenes de Guilá Naquitz tienen un raquis no desarticulado. Las fracturas en el raquis cerca de la inflorescencia ocurre a través del internodo en vez del nodo, lo cual indica que las plantas que tienen esta inflorescencia estaban domesticadas y dependían de la dispersión y propagación humana. La inflorescencia de cuatro filas es similar a cuatro mazorcas encontradas en el valle de Tehuacán, tres de San Marcos, y una de la cueva de Coxcatlán. La similitud morfológica de los especímenes de Guilá Naquitz y Tehuacán, sugiere que la intencionalidad humana se mantuvo o aumentó la productividad de este grano (Benz, 2001).

La distribución geográfica moderna de *Zea* silvestre así como la identificación de polen de *Zea* proveniente de la cueva de Guilá Naquitz, sugieren que las prácticas culturales que llevaron a la domesticación del maíz tuvieron lugar en México (McClung de Tapia y Zurita, 2001). Efectivamente, evidencia reciente con base en el análisis de microsátélites ha mostrado una domesticación única del maíz, la cual ocurrió en el sur de México, hace aproximadamente 9000 años (Matsuoka *et al.*, 2002).

En contraste con las evidencias arriba mencionadas, la fecha convencional del maíz más temprano de Tamaulipas (Cuevas de Romero y Valenzuela) fue esencialmente confirmada como resultado de las fechas nuevas por AMS (Smith, 1997b), aunque no se esperaba que datase antes del 4500 ap (Long y Fritz, 2001).

DISCUSIÓN SOBRE LAS TÉCNICAS DE FECHAMIENTO Y CRONOLOGÍA

MacNeish y Eubanks (2000), rechazan las fechas AMS para el maíz del valle de Tehuacán obtenidas por Long *et al.* (1989), porque no concuerdan con las secuencias estratigráficas reconocidas por MacNeish con los artefactos y ecofactos asociados. Sostienen que las muestras fueron contaminadas con una sustancia nombrada *bedacryl* (sustancia supuestamente utilizada para conservación de los ejemplares de maíz). Long y Fritz (2001), responden que hay poca probabilidad de contaminación y revisan los métodos escogidos para el análisis de los materiales. Estos autores examinaron el *bedacryl* y llegaron a la conclusión de que, si hubiera estado presente en los ejemplares analizados por Long *et al.* (1989) como contaminante, los resultados del fechamiento por AMS deberían de haber sido más antiguos en vez de más jóvenes.

En términos generales, para resolver las dudas surgidas como consecuencia de esta polémica, es evidente la necesidad de obtener nuevas fechas AMS a partir de muestras independientes, lo cual a su vez requerirá nuevas excavaciones controladas en la región de Tehuacán. Aunque los datos morfológicos e isoenzimicos apoyan el modelo del teosinte como ancestro del maíz y a pesar de los estudios recientemente realizados por Eubanks (2001; MacNeish y Eubanks, 2000), no existe suficiente evidencia arqueológica para aclarar el problema de manera contundente.

CALABAZA (*Cucurbita* spp.)

Distribución geográfica de los posibles progenitores

Todas las especies del género *Cucurbita* son originarias del continente americano, éstas se pueden separar en dos grupos claramente distinguibles de acuerdo con sus características fitogeográficas, como son: a) especies anuales que crecen en zonas húmedas y, b) especies perennes que crecen en zonas áridas (Cutler y Whitaker, 1961: 470). De todas estas especies, sin embargo, sólo se distinguen cinco domesticadas (*Cucurbita pepo*, *C. maxima*, *C. moschata*, *C. argyosperma* [= *C. mixta*] y *C. ficifolia*)¹ y cerca de 20 silvestres (cuadro 1).

¹ En el presente ensayo no se aborda *Cucurbita maxima* por considerarse actualmente un cultivo de origen sudamericano.

Cuadro 1
Especies de Cucurbita en América

<i>Especies anuales</i>	<i>Distribución actual</i>
<i>C. texana</i> Gray	Centro y sur de Texas
<i>C. sororia</i> Bailey	Sur de México
<i>C. fraterna</i> Bailey	Nordeste de México
<i>C. radicans</i> Naud	Alrededor de la Ciudad de México
<i>C. okeechobeensis</i> Bailey	Lago Okeechobee, Florida
<i>C. martinexii</i> Bailey	Estado de Veracruz
<i>C. pedatifolia</i> Bailey	Estado de Querétaro
<i>C. lundelliana</i> Bailey	Belize, Petén guatemalteco, Sureste de México
<i>C. palmeri</i> Bailey	Noroeste de México
<i>C. gracilior</i> Bailey	Sur de México
<i>C. andreana</i> Naud	Uruguay, Argentina, Bolivia
<i>C. kellyana</i> Bailey	Estado de Jalisco
<i>C. moorei</i> Bailey	Estado de Hidalgo
<i>Especies perennes</i>	<i>Distribución actual</i>
<i>C. foetidissima</i> HBK	Centro de México a California, Arizona, Nevada, Utah, este de Nebraska y Missouri
<i>C. cordata</i> Wats.	Baja California
<i>C. cylindrata</i> Bailey	Baja California
<i>C. digitata</i> Gray	Sur de Nuevo México, Arizona, California y Sonora
<i>C. palmata</i> Wats.	Suroeste de Arizona, sur de California y Baja California
<i>C. californica</i> Torr ex Wats.	Suroeste de Arizona, sur de California y Baja California
<i>C. galeotii</i> Cogn.	Estado de Oaxaca
<i>C. scabridifolia</i> Bailey	Sur de Tamaulipas

Basado en Cutler y Whitaker, 1961.

La mayor parte de las especies silvestres de *Cucurbita*, sin embargo, estaban pobremente estudiadas hasta hace poco y su principal investigador, Bailey (1943) se basó en muestras incompletas, de tal forma que algunos investigadores como Nee piensan que el género sólo incluye doce o trece especies (Nee, 1990: 56). Sin embargo, la nomenclatura de Bailey se sigue empleando en la

mayoría de los trabajos, aunque estudios morfológicos y de isoenzimas han sugerido la reducción del número de especies.

ESPECIES CULTIVADAS Y SUS PROGENITORES

Cada especie domesticada de *Cucurbita* está relacionada con un ancestro silvestre del cual se desarrolló. El estado actual del conocimiento sobre estos ancestros silvestres, sin embargo, no puede considerarse como satisfactorio por diversas razones, entre ellas la posibilidad de que algunos se encuentren actualmente extintos, o bien, que algunos de los candidatos considerados como progenitores sean en realidad descendientes de especies cultivadas que han avanzado a zonas y condiciones silvestres. El centro de diversidad de la especie domesticada, en todo caso, se encontrará generalmente en el rango geográfico de distribución de su especie silvestre progenitora y el registro arqueológico será más prolongado y más antiguo en esta área (Nee, 1990: 59). A continuación exponemos los progenitores y centros de domesticación propuestos para las especies domesticadas con posible origen en México.

Cucurbita pepo. Incluye una amplia gama de calabazas comestibles y ornamentales como las calabazas japonesa y criolla, además de variedades de Norteamérica como la “zucchini”, “spaghetti”, etcétera. Ford (1980), basado en la distribución arqueológica de *C. pepo*, propuso dos corredores a través de los cuales se pudo haber dado domesticaciones independientes; uno conectando el nordeste de México con el este de Estado Unidos, el otro del occidente de México al suroeste de Estados Unidos (Decker, 1988: 4). Las diferencias morfológicas notadas por Whitaker y Carter (1946) entre cultivos supuestamente originarios del este y suroeste de Estados Unidos, parecían estar de acuerdo con esta idea de domesticación independiente.

Estudios morfológicos y de electroforesis indican que las silvestres *Cucurbita fraterna* y *C. texana* parecen ser los candidatos más viables para ser el o los progenitores de *C. pepo*, con la posibilidad de que haya sido domesticada independientemente en el este de Estados Unidos como en México (Decker, 1988: 9-11). Los estudios sobre alozimas (Decker, 1988) apoyan la idea de una domesticación múltiple, y junto con el análisis de isoenzimas (Decker *et al.*, 1993) revelan una divergencia substancial dentro de las especies relacionadas, permitiendo una reclasificación de las mismas en: *C. pepo* ssp. *pepo* (especie cultivada, con origen en México); *C. pepo* ssp. *fraterna*

(original de Tamaulipas); *C. pepo* ssp. *ovifera* var. *ovifera* (original del este de E.U.); *C. pepo* ssp. *ovifera* var. *texana* (poblaciones espontáneas del este de E.U.); y *C. pepo* ssp. *ovifera* var. *ozarkana* (recientemente descubierta, en el centro-este de E.U.) (Decker *et al.*, 1993: 64-71).

La relación de *C. pepo* cultivada con sus parientes silvestres, sin embargo, aún no está completamente determinada. En algunas variedades comestibles y ornamentales, las partes vegetativas y los frutos son prácticamente idénticos con los de *Cucurbita texana* (renombrada ahora como *C. pepo* ssp. *ovifera* var. *texana*). Ésta es una especie silvestre restringida a los sistemas ribereños de Texas y el centro-sur de Estados Unidos, con la que *C. pepo* es interfértil (Nee, 1990: 59). El dilema actual de la relación de la variedad *texana* con *C. pepo* está en dos posibles opciones: 1) *texana* es el ancestro de *C. pepo*; y 2) *texana* representa formas ferales o escapes silvestres de *C. pepo* domesticada (Nee, 1990: 60-61).

Por otro lado, la relación entre *C. pepo* y la especie silvestre del noreste de México, *C. fraterna* (renombrada como *C. pepo* ssp. *fraterna*), está sugerida por su habilidad de entrecruzamiento, además de la similitud isoenzímica entre ambas (Decker, 1990; Decker *et al.*, 1993). Desgraciadamente el conocimiento actual sobre *C. fraterna* es aún incipiente pues se conoce poco sobre su distribución general, necesidades ecológicas y posibilidad de hibridación con otras especies (Nee, 1990: 62). Actualmente se considera a *C. pepo* ssp. *ovifera* var. *ozarkana* como el ancestro viable para el linaje de *C. pepo* ssp. *ovifera* del este de los Estados Unidos (calabazas de verano y bellota de coloración verde-amarillo); mientras que aún está por definirse el ancestro del linaje mexicano *C. pepo* ssp. *pepo* (calabazas mexicanas de color anaranjado) (Smith, 2000: 52-53).

Cucurbita argyosperma (antes *C. mixta*). Incluye varios cultivos de México y Centroamérica, generalmente escogidos por sus largas semillas más que por su carne. Cutler y Whitaker (1961: 481), la mencionan como la más joven y menos conocida de las cucúrbitas cultivadas. El ancestro sugerido por Whitaker (1980) es una especie no identificada, ahora conocida como *C. sororia* (Nee, 1990: 62) y actualmente bajo estudio por Merrick (1990). *Cucurbita sororia* es una especie (o grupo de especies) ampliamente difundida en la vegetación de matorral espinoso del Pacífico, que se extiende por la costa desde el sur de México hasta Nicaragua. Raramente ocurre en el Golfo. La relación de *C. argyosperma* con un centro de domesticación originario en México y Centroamérica se ve reforzado con el registro arqueológico, pues se encuentra prácticamente ausente fuera de esta región. Aún en la actualidad, el proceso de domesticación

parece continuar en el occidente de México, donde los frutos amargos de plantas silvestres de *C. sororia* se hierven varias veces para comer su carne e incluso se fertiliza deliberadamente especies silvestres de *C. sororia* con *argyosperma* para aumentar la producción (Nee, 1990: 62).

Cucurbita moschata. Esta es una especie ampliamente cultivada en las regiones tropicales de Centro y Sudamérica. En ocasiones es difícil distinguirla de *C. argyosperma* y sólo hasta el presente siglo los estudios morfológicos y electroforéticos denotan que son distintas especies (Nee, 1990: 63). Aún cuando ambos cultígenos son parcialmente interfértiles, no parecen hibridarse cuando permanecen juntos en campo (Merrick, 1990), lo que sugiere que tuvieron distintos ancestros silvestres (Nee, 1990).

Actualmente no existen candidatos viables para ser ancestros de la *C. moschata*, pues ninguna de las especies conocidas muestra afinidades reales con sus elementos morfológicos y genéticos; aun la especie propuesta por Whitaker (1980), como su progenitora, *C. lundelliana*, no parece estar cercanamente relacionada (Merrick, 1990). Nee (1990: 63) menciona reportes de una especie silvestre de las tierras bajas de Bolivia que es interfértil con *C. moschata*, sin embargo hace notar que se encuentra en un rango muy al sur en una zona ecológica distinta a la especie cultivada. Hasta el momento, las especies más cercanas biológicamente a *Cucurbita moschata* son: *C. sororia*, cuyo rango va de México a Nicaragua; y *C. ecuadorensis*, de la costa de Ecuador.

Cucurbita ficifolia. Conocida comúnmente con el nombre de chilacayote, es el miembro más destacado de las especies domesticadas, pues crece en altitudes mayores de la que pueden soportar otras cucurbitáceas, en un rango de elevación de entre 1800-3000 msnm. Se distribuye en valles y montañas del norte de México al norte de Argentina y Chile (Nee, 1990: 63), por lo que su centro de domesticación podía localizarse tanto en México como en Sudamérica. Dos especies habían sido propuestas como posibles ancestros silvestres: *Cucurbita martinezii* del Golfo de México y *C. lundelliana* de la península de Yucatán (Whitaker, 1980; Nee, 1990); con el inconveniente de que ninguna de las dos se ajusta a las condiciones geográficas de la *C. ficifolia*, pues corresponden a especies de clima tropical. Nee (1990), opina que los posibles ancestros podrían localizarse en los Andes sudamericanos; en todo caso, éstos aún deben buscarse en zonas elevadas de México o Sudamérica. Hasta el momento, sólo los datos lingüísticos parecen dar una pista sobre su origen: los términos *lacayote*, *lacahuite* o *cayote* de Perú, Bolivia y Argentina parecen derivarse de *chilacayote*, término de origen náhuatl, y no existen vocablos del Quechua o Aymara para distinguir este cultivo (Nee, 1990: 65).

DIFERENCIAS MORFOLÓGICAS
DE LAS ESPECIES SILVESTRES Y LAS CULTIVADAS

Son diversos los caracteres que se consideran para distinguir calabazas silvestres de las cultivadas, o que indiquen una posible selección humana deliberada que en tiempos prehistóricos generó modificaciones por presión selectiva. Una de las principales modificaciones de las cucurbitáceas comestibles es el cambio de sabor amargo a dulce; otras variaciones más evidentes y que se pueden evaluar en el registro arqueológico son cambios morfológicos y el aumento de tamaño en partes como semillas, pedúnculos y cáscara del fruto (Cutler y Whitaker, 1961). En cuanto a la forma general, muchas especies silvestres, por ejemplo de la *Cucurbita pepo*, son esféricas o ligeramente elipsoides, mientras que las especies domesticadas son alargadas con un ángulo abrupto que cae del pedúnculo (Cowan y Smith, 1993). Otras modificaciones como el cambio de color también se puede apreciar en *C. pepo* ssp. *pepo*, cuyo color característico, anaranjado brillante, contrasta con el color verde-blanco típico de sus parientes silvestres (Smith, 1997a).

Los pedúnculos, frecuentemente bien preservados en sitios arqueológicos secos, permiten identificar con gran precisión las cucúrbitas en el nivel de especie aún estando carbonizados siempre que no se hallen muy fragmentados o erosionados (Cutler y Whitaker, 1961: 474-475). En el caso de los ejemplares de *C. pepo* de Guilá Naquitz, se observó un incremento del grosor y tamaño de los pedúnculos que sugiere según Smith (1997a: 933), la presencia de especies domesticadas. Se consideran así cuando el diámetro basal máximo rebasa los 10 mm. Otro cambio importante tras la domesticación de *C. pepo*, es la forma del pedúnculo que toma una forma pentagonal de diez crestas en las especies domesticadas (Smith, 2000: 33-35).

Las semillas también pueden ser utilizadas para identificar especies, siempre que se encuentren en estado maduro y no estén dañadas por abrasión, encogidas o fragmentadas. El color de las semillas varía entre diferentes especies, pero en contexto arqueológico debe ser considerado el cambio de coloración por efectos químicos o biológicos. En *Cucurbita pepo*, la semilla y el margen son pálidos y del mismo color; en *C. moschata* la semilla es también pálida, pero el margen es más oscuro; *C. argyosperma* varía de blanco a café con márgenes del mismo color a ligeramente plateado; mientras que la *C. ficifolia* tiene semillas color negro o café oscuro (Cutler y Whitaker, 1961: 474-478). El principal indicador para distinguir las especies domesticadas de las silvestres es el tamaño de las semillas. Las semillas de las especies domes-

ticadas tienen una longitud de 11x7 mm o mayor. Este incremento en el tamaño precede, además, a cualquier otro cambio morfológico observable en el registro arqueológico (Smith, 1997a: 933; Flannery, 1999: 8).

DATOS ARQUEOLÓGICOS

Los restos más antiguos de *Cucurbita* recuperados en contexto arqueológico provienen de la cueva Guilá Naquitz en Oaxaca, donde se fecharon semillas de *Cucurbita pepo* por AMS entre 7610 ± 60 a 8990 ± 60 años de radiocarbono (entre 8300 y 10,000 años ap) (Smith, 1997a: 933). Semillas de la misma especie se fecharon en Tamaulipas con radiocarbono en 5320 ± 70 (4080 aC) para la Cueva Romero y 5540 ± 60 (4360 aC) para la Cueva Valenzuela (Smith, 1997b: 373-374). La fecha de aparición de *C. pepo* en Tehuacán, de aproximadamente 5200 aC, según Flannery (1985), seguirá siendo problemática hasta su fechamiento directo por AMS.

Mientras los restos de *Cucurbita pepo* son los más antiguos y difundidos, los de *C. argyosperma*, *C. moschata* y *C. ficifolia* son relativamente más tardíos y escasos. En Guilá Naquitz, la ausencia de *Cucurbita moschata* y *C. argyosperma* ha sido explicada por condiciones ambientales, en tanto que no toleran las temperaturas frías y secas de esta región (Flannery, 1986: 276). En Tamaulipas, al contrario, especímenes de *C. moschata* y *C. argyosperma* sí han sido recuperados. En el caso de *C. moschata*, Whitaker *et al.* (1957: 357) mencionan su presencia para la fase Mesa del Guaje (3800-2400 ap); el fechamiento por AMS de un pedúnculo de *C. moschata* (Smith, 1997b: 375) confirma una antigüedad similar (800 aC). En cuanto a los restos de *C. argyosperma*, una fecha de 4450 ± 60 ap (aprox. 3085 aC; Smith 1997a: 375) obtenida por AMS, indica la presencia más temprana de esta especie en Tamaulipas (Cueva de Romero), contra lo que Whitaker *et al.* (1957: 357) habían considerado (Fase Palmillas, 1800-1100 ap).

FRIJOL (*Phaseolus* spp.)

El género *Phaseolus* incluye cinco especies domesticadas en época prehispánica: *P. vulgaris* L., o frijol común, *P. lunatus* L., o frijol lima, *P. acutifolius* o frijol tepario y *P. coccineus* L., o ayocote y *P. polyanthus* o frijol poliantus. Se ha recuperado de contextos arqueológicos variedades cultivadas del frijol

común desde Chile hasta el nordeste de Estados Unidos (Kaplan y Lynch, 1999). En este trabajo nos referiremos al material arqueológico recuperado en varias cuevas y sitios abiertos de Tehuacán, Oaxaca y Tamaulipas. Originalmente las capas donde se recuperó el material se fecharon usando la técnica de radiocarbono convencional aplicado a carbón asociado con los hallazgos de material vegetal. El fechamiento directo de los restos botánicos por AMS ha mostrado en algunos casos variaciones en las fechas.

Origen y domesticación

Al igual que el maíz y la calabaza, el origen y domesticación del frijol ha sido ampliamente estudiado (Kaplan, 1981). Las especies silvestres se distribuyen desde el oeste central de México hasta Centro América, las laderas occidentales de los Andes y el noroeste de Argentina.

Una de las evidencias más notables asociadas con la domesticación de una planta es su cambio morfológico. En el caso del frijol se ha enfatizado particularmente el aumento en el tamaño de la semilla. No obstante la ausencia de ejemplares arqueológicos de frijol silvestre (*P. vulgaris*), se han realizado mediciones y comparaciones entre las plantas silvestres y las domesticadas actuales observándose un incremento en el tamaño de la semilla. En el caso de los restos arqueológicos, aunque los ejemplares identificados como tipo “phaseolin” o leguminoso, no se consideran ancestros del frijol común, sí se observa un cambio en el tamaño de la semilla entre éstos y los ejemplares domesticados (Kaplan y Lynch, 1999).

Kaplan (1981), propuso la hipótesis de que la evolución del tamaño de la semilla se debió a que el sistema poligenético que contribuye a este incremento se vio favorecido por la hibridación a través de la polinización por abejas, entre el *P. coccineus* y el *P. vulgaris* silvestres. Ambas especies tienen una distribución amplia en Mesoamérica y los rangos altitudinales entre estas especies se sobreponen, lo que condujo a la contribución genética de *P. coccineus* silvestre en el incremento de tamaño de la semilla del frijol común domesticado (*P. vulgaris*).

Otra propuesta es la fuente de genes nuevos a través de la hibridación entre diferentes poblaciones de *P. vulgaris* o bien entre diferentes genotipos en una población. Sin embargo debió de haber un mecanismo de selección para permitir la frecuencia de tales genes. Kaplan (1981) ha sugerido que el mecanismo de incremento en la semilla no tomó mucho tiempo por la selección humana, pero quizá está relacionado con prácticas preagrícolas, ya

que los restos botánicos presentes en el registro arqueológico no demuestran evidencia de este proceso.

Respecto a la domesticación y dispersión del frijol común (*P. vulgaris*) se han propuesto tres hipótesis:

a. La existencia de una región única de origen en Mesoamérica, de la cual fue transportado a Sudamérica. Sin embargo, se argumenta que es poco probable, ya que los restos arqueológicos en niveles tempranos son escasos hasta épocas más tardías.

b. La posibilidad de que el frijol común fue domesticado en Sudamérica y transportado a Norte América. La evidencia que se tiene para esta propuesta, es que los restos en Sudamérica pertenecen a periodos más tempranos que los de Mesoamérica.

c. Origen independiente basado en la presencia del frijol común alrededor del 7000 ap en ambas regiones, lo cual es anterior a los contactos culturales. Esta propuesta se basa en que la evidencia de frijol en las costas de Perú y Ecuador es más tardía por lo que no pudo ser transportado. Hay variedades distintas de frijol común en ambas regiones que se desarrollaron independientemente (Kaplan, 1981).

Esta última hipótesis ha sido ampliamente apoyada dado que las investigaciones recientes, (Gepts *et al.*, 1988; Singh *et al.*, 1991; Gepts, 1996), con base en información arqueológica, botánica, proteínica de la semilla, datos agronómicos y moleculares han contribuido a sustentar dicha propuesta. A continuación mencionaremos brevemente cuáles han sido las contribuciones de dichas investigaciones.

El análisis electroforético de la proteína phaseolin ha sido usado como marcador para rastrear las posibles rutas de dispersión del frijol común de sus centros de domesticación a otras regiones. Esto se hizo usando material de cultivo de Mesoamérica, Sudamérica, el Caribe y el sudoeste y noreste de Estados Unidos. Se propusieron dos rutas: una a través de la cual se introdujeron de varios tipos de semillas desde México hacia la costa del Caribe, Colombia, Venezuela y Brasil. La segunda desde los Andes hacia Colombia, Ecuador y Brasil. Para los Estados Unidos se propone la introducción de *P. vulgaris* desde México hacia el suroeste y de ahí al noreste (Gepts *et al.*, 1988).

Con base en datos morfológicos, agronómicos y moleculares de *P. vulgaris*, se determinaron dos grupos principales de germoplasma, con tres razas cada uno: el de Mesoamérica con sus razas *Durango*, *Jalisco* y *Mesoamérica* y el de los Andes sudamericanos con las razas *Chile*, *Nueva Granada* y *Perú* (Singh *et al.*, 1991).

Varios tipos de marcadores moleculares han revelado patrones evolutivos bajo cultivo de los taxa del género *Phaseolus* (Gepts *et al.*, 1988; Singh *et al.*, 1991; Gepts, 1996). La información una vez más indica la domesticación separada (en Mesoamérica por un lado y en los Andes por otro). Parece que durante el proceso de la domesticación ocurrió una reducción marcada en la diversidad de las proteínas de las semillas. La evidencia del aporte genético entre frijol silvestre y cultivado indica, por un lado, la diversidad, y por el otro, el incremento en el tamaño de la semilla (Gepts, 1996).

Si bien es importante el apoyo a esta última hipótesis a través de las investigaciones usando nuevas técnicas, se debe proponer y llevar a cabo nuevos trabajos de investigación arqueológica ya que las evidencias son escasas y el registro arqueológico que se tiene no presenta la continuidad y transición del estado silvestre del frijol común al frijol domesticado.

DATOS ARQUEOLÓGICOS

En el valle de Oaxaca se recuperaron varios fragmentos de vainas y semillas no carbonizadas de la cueva Guilá Naquitz y del sitio Huitzo:

a. Una semilla de *P. vulgaris* no carbonizada procedente de Huitzo (registro 13334), fechada en la época de Monte Albán II, fase Guadalupe y AMS de 2098 ± 81 ap. La ausencia de material domesticado antes de esa fecha ha fomentado que ésta se interprete como una introducción de la planta ya domesticada (Kaplan y Lynch, 1999).

b. Una semilla (15014) de Guilá Naquitz, Zona A., correspondiente a Monte Albán IV (750-1200 dC) y por AMS 1112 ± 46 ap.

En la cueva de Guilá Naquitz se encontraron una semilla y una vaina silvestre en un nivel precerámico (zona 1, fase Naquitz), pero no corresponden al género *Phaseolus*. Sin embargo, un análisis más detallado usando la microscopía electrónica reveló características de la tribu Phaseolinae, por lo que dichos ejemplares se excluyen como posibles ancestros del frijol común. El fechamiento indirecto de la fase antes mencionada se ubica alrededor del 7000 ap y las fechas por AMS de la semilla (7506 ± 90 ap) y de la vaina (7583 ± 62 ap) concuerdan con la ubicación temporal asignada originalmente. Lo que ha llamado la atención a los investigadores es la falta de ejemplares de *P. vulgaris* silvestre en los contextos arqueológicos de Oaxaca.

En el registro arqueológico del valle de Tehuacán se han encontrado diversos ejemplares de *Phaseolus*, en su mayoría de menor antigüedad que los hallazgos de Oaxaca:

a. Una vaina de *P. vulgaris*, de la Cueva Coxcatlán, zona M feature 62 level 12, 52E11, correspondiente a la fase Coxcatlán (6000 ap), tuvo una fecha por AMS de 2285 ± 60 ap.

b. De la especie *P. coccineus* se tienen dos muestras: la primera es una semilla de la cueva El Riego, fase Venta Salada (100-450 aC), AMS 410 ± 45 ap y una semilla de la Cueva Coxcatlán, TC50, 87-5j (Santa María) fase Palo Blanco (100-450 aC), AMS 485 ± 55 ap.

c. De *P. acutifolius* se tienen dos ejemplares: el primero es una semilla, de la cueva Coxcatlán, zona 1 (feature 42S2E12, zona 1 nivel 9, feature 42), fase Abejas (3400-2000 B.C.), AMS 2360 ± 50 ap; la segunda corresponde a una semilla de la Cueva Coxcatlán (TC50S2E11 Cat. 142 zona G VI), fase Palo Blanco (150 B.C.-700 A.D.), AMS 2300 ± 50 ap. Kaplan y Lynch (1999) comentan que las fechas propuestas eran de 5000 ap, sin embargo, la divergencia en las fechas sugiere la introducción de este género ya domesticado al Valle de Tehuacán.

El ejemplar supuestamente más antiguo de *P. vulgaris* procedente de la Cueva Coxcatlán es un fragmento de vaina, recuperado de la fase Coxcatlán (5000-3500 aC) y le corresponde un fechamiento por AMS mucho más temprano (2285 ± 60 ap). De igual forma los dos ejemplares de *P. acutifolius* parecen ser más recientes que la fecha de 5000 ap asignada inicialmente. Finalmente, con respecto a los dos ejemplares de *P. coccineus* que provienen de cuevas distintas y no pertenecen al mismo depósito, es interesante que las fechas asignadas indirectamente coincidan entre sí, igual que las fechas de AMS. Kaplan y Lynch (1999) sugieren una introducción tardía de esta especie a la región de Tehuacán.

Los ejemplares de *Phaseolus* recuperados de excavaciones en Tamaulipas reflejan una situación semejante a la de Oaxaca, en la medida en que los más antiguos no pueden ser asociados con una especie silvestre.

De *P. vulgaris* se obtuvieron cuatro muestras de la Cueva Romero y una de la Cueva Valenzuela.

a. Vaina, Cueva Valenzuela, fase Palmillas tardío-San Lorenzo temprano (500-1800 ap), AMS 1016 ± 60 ap.

b. Vaina, Cueva Romero, ocupación Palmillas tardío-San Lorenzo temprano, Cultura San Lorenzo (500-1800 ap), AMS 1285 ± 55 ap.

c. Vaina, Cueva Romero, fase Palmillas (0-650 aC aprox.) AMS 1200 ± 62 ap.

d. Vaina, Cueva Romero, fase Guerra (2400-6000 ap), AMS 817 ± 45 ap.

e. Vaina, Cueva Romero, fase Portales (247/012 Portales 4 Occ. Nivel 8 S30E5), AMS 681 ± 45 ap.

En depósitos anteriormente fechados alrededor del 6000 ap en la Cueva Valenzuela se recuperaron los ejemplares de vainas más antiguos de lo que originalmente se identificó como parientes silvestres de *P. coccineus*. Sin embargo análisis adicionales indican que dichos ejemplares no pertenecen al género *Phaseolus* por lo cual han sido reasignados como “legumbres”. No obstante, las fechas por AMS concuerdan con la propuesta original con base en fechas por radiocarbono de carbón asociado con el contexto (vainas, 8050±70 ap, 8260±70 ap, 8960±75 ap y 8770±70 ap, en (Kaplan y Lynch, 1999).

Con respecto a los restos de *P. vulgaris* en la Cueva Romero asociados con la fase Palmillas tardío y San Lorenzo temprano, al igual que con el de la Cueva Valenzuela, concuerdan ambos tipos de fechamiento. Sin embargo, las dos últimas fechas, 817±45 ap y 681±45 ap, de ejemplares que originalmente fueron ubicados en contextos entre 6000-2400 ap, resultaron ser mucho más recientes; Kaplan y Lynch (1999) consideran que estos elementos son intrusiones de niveles superiores.

DISCUSIÓN

Las fechas recientes de radiocarbono obtenidas por medio del AMS en restos macrobotánicos excavados en las cuevas de Tamaulipas, Tehuacán y Oaxaca dificultan el entendimiento del origen de las plantas domesticadas más conocidas en Mesoamérica: el maíz, la calabaza y el frijol (cuadro 2). Cabe señalar que la precisión de las fechas AMS no es mayor que la de las convencionales (cuadro 3). Sin embargo, esta técnica ofrece una ventaja importante: la posibilidad de fechar directamente ciertos objetos pequeños y cotejar los

Cuadro 2

Aparición inicial de plantas domesticadas en el registro arqueológico de Mesoamérica y el suroeste de Estados Unidos expresada en miles de años calibrados antes del presente (ap)

<i>Planta/Región</i>	<i>Oaxaca</i>	<i>Tehuacán</i>	<i>Tamaulipas</i>	<i>Suroeste EUA</i>
Maíz	6300	5500	4300	3500
Calabaza	10000	7900	6300	3500
Frijol	2100	2300	1300	2200

Basado en Smith, 2001a.

Cuadro 3
*Fechas de radiocarbono AMS, expresadas en años antes del presente (ap)
 no calibrados, para los restos macrobotánicos de plantas domesticadas
 en sitios mesoamericanos*

<i>Planta/Región</i>	<i>Oaxaca</i>	<i>Tehuacán</i>	<i>Tamaulipas</i>
Maíz (<i>Zea mays</i>)	5410±40 ¹	Cueva San Marcos ²	Cueva de Romero ³
	5420±60	4680±50	3930±50
		4700±60	2560±60
		4150±50	Cueva de Valenzuela ⁴
		4600±60	3890±60
		4700±110	1380±60
		1560±45	
		Cueva Coxcatlán ²	
		4090±50	
		4040±100	
		3740±60	
		1900±60	
		1860±45	
	450±40		
Calabaza (<i>Cucurbita</i>)	Guilá Naquitz ⁵	7100±50 ⁶	Cueva de Romero ³
	6980±50		5260±60 (<i>Lagenaria</i>)
	7280±60		5320±70 (<i>C. pepo</i>)
	7340±60		5050±50 (<i>C. pepo</i>)
	7610±60		4480±60 (<i>C. pepo</i>)
	7690±50		4450±60 (<i>C. argyrosperma</i>)
	7710±50		2620±60 (<i>C. moshata</i>)
	7720±60		Cueva de Valenzuela ⁴
	8910±50		5670±60 (<i>Lagenaria</i>)
	8990±60		5540±60 (<i>C. pepo</i>)
Frijol (<i>Phaseolus</i>) ⁷	2098±81 (<i>P. vulgaris</i>)	2285±60 (<i>P. vulgaris</i>)	1285±55 (<i>P. vulgaris</i>)
	1112±46 (<i>P. coccineus</i>)	410±45 (<i>P. coccineus</i>)	1200±62 (<i>P. vulgaris</i>)
		485±55 (<i>P. coccineus</i>)	1016±60 (<i>P. vulgaris</i>)
		2360±50 (<i>P. acutifolius</i>)	817±45 (<i>P. vulgaris</i>)
		2300±50 (<i>P. acutifolius</i>)	689±69 (<i>P. vulgaris</i>)

1. Piperno y Flannery, 2001: 2102 (tabla 1)

2. Long *et al.*, 1989: 1037 (tabla 1)

3. Smith, 1997b: 373 (tabla 10)

4. Smith, 1997b: 374 (tabla 11)

5. Smith, 1997a: 933 (tabla 1)

6. Smith, 2001a: 1325 (figura 1)

datos estratigráficos y las secuencias culturales establecidas con la edad virtual del material botánico. No obstante, las fechas obtenidas no siempre concuerdan con las expectativas del investigador.

La interpretación de las fechas depende de una excavación rigurosa y con registros precisos para poder determinar qué factores han influido en la posición del material botánico hallado. Por lo tanto, es fundamental reconocer ciertos elementos del contexto arqueológico, aparte de la acción antrópica, como la posibilidad del movimiento horizontal o vertical del material orgánico, como consecuencia de la bioturbación y procesos naturales de deposición y compactación de los sedimentos.

Como demuestran los resultados expuestos anteriormente, consideramos que es necesario establecer bases de secuencias arqueobotánicas fechadas por acelerador en toda Mesoamérica, para entender suficientemente el contexto temporal, medioambiental y cultural de la domesticación inicial de la región. Como es de esperarse, a consecuencia de los nuevos datos surgen nuevas preguntas. Indudablemente, la única forma de resolverlas es fomentar la investigación arqueológica en zonas relevantes, en conjunto con los estudios interdisciplinarios entre arqueólogos y botánicos. Frecuentemente se ha lamentado la ausencia de evidencias relacionadas con la domesticación prehistórica de las plantas en otras áreas además de Tamaulipas, Tehuacán y Oaxaca. No obstante, no ha habido un esfuerzo concertado para localizar y excavar sitios correspondientes al periodo Arcaico mesoamericano y los arriba mencionados tienen más de tres décadas de haber generado diversas polémicas (McClung de Tapia, 1992).

Desde una perspectiva metodológica, es necesario reevaluar los antiguos esquemas para contribuir al mejor entendimiento de los procesos biológicos, económicos y socioculturales que caracterizan a las sociedades prehistóricas. Tanto el empleo de AMS como la integración de otras técnicas, especialmente las genéticas, permitirán ampliar nuestros conocimientos de manera contundente. Sin embargo, no se podrán aprovechar estas posibilidades mientras no se fomente la investigación sobre el periodo de transición hacia la producción de alimentos en la prehistoria mesoamericana.

También es necesario ampliar los estudios de las plantas domesticadas prehispánicas para incorporar otros géneros cuya importancia ha sido subestimada, tal vez por su aparición más tardía en el registro arqueológico o su localización fuera de la región en donde se ha supuesto que debería de haber ocurrido la domesticación más temprana. La reciente aparición del girasol domesticado (*Helianthus annuus*), reportado por Lentz *et al.* (2001) en las tierras

bajas de la costa del Golfo con fechas AMS de 4085 ± 50 y 4130 ± 40 ap, demuestra que hay mucho que aportar aún sobre los inicios de la producción de alimentos en Mesoamérica y los contextos sociales dentro de los cuales ocurrieron.

La otra vertiente de la investigación sobre el cultivo y domesticación tempranas de las plantas en Mesoamérica, que concierne al cambio social y económico, ha recibido muy poca atención en años recientes. De acuerdo con la perspectiva de Smith (2001b) esta línea de investigación debe enfocarse hacia el estudio detallado de especies particulares, con énfasis en la variabilidad subregional de cada una de ellas; en el análisis del papel de la intervención humana en los ciclos naturales de estas plantas, antes de la aparición de sus formas domesticadas en el registro arqueológico; y en el estudio de la estructura social dentro de la cual estos procesos tuvieron lugar. Nuevas investigaciones que enfocan la organización y desarrollo de los grupos cazadores-recolectores (Bettinger, 2001) prometen enriquecer el panorama (McClung y Zurita, 2001) y permiten estudiar la complejidad y diversidad de los cambios asociados con la introducción de nuevos elementos a la base de subsistencia humana. Sin embargo, estos enfoques se basan en el conocimiento de los recursos vegetales utilizados y las características del entorno. Sin la base paleoetnobotánica es imposible vislumbrar el estudio productivo de esta etapa del desarrollo humano en Mesoamérica.

REFERENCIAS

- BAILEY, L. H.
1943 Species of *Cucurbita*. *Gentes herbarum*, 4: 267-316.
- BEADLE, G.
1977 The Origin of *Zea mays*. Reed, C. (ed.) *Origins of Agriculture*, The Hague y Paris, Mouton: 614-635.
- BENNETZEN, J., E. BUCKLER, V. CHANDLER, J. DOEBLEY, J. DORWEILER, B. GAUT, M. FREELING, S. HAKE, E. KELLOG, R. S. POETHIG, V. WALBOT, Y S. WESSLER
2001 Genetic Evidence and the Origin of Maize. *Latin American Antiquity*, 12 (1): 84-86.
- BENZ, B. F.
1997 Diversidad y distribución prehispánica del maíz mexicano. *Arqueología Mexicana*, 25: 16-23.

BENZ, B. F. Y H. H. ILTIS

- 1990 Studies in Archaeological Maize I: The Wild Maize from San Marcos Cave Reexamination. *American Antiquity*, 55 (3): 500-511.

BENZ, B. F. Y A. LONG

- 2000 Prehistoric Maize Evolution in the Tehuacán Valley. *Current Anthropology*, 41 (3): 459-465.

BENZ, B. F.

- 2001 Archeological Evidence of Teosinte Domestication from Guila Naquitz, Oaxaca. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98 (4): 2104-2106.

BETTINGER, R. L.

- 2001 Holocene hunter-gatherers. Feinman, G.M. y T.D. Price (eds.) *Archaeology at the Millenium: a Sourcebook*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York: 137-195.

BYERS, D. S. (ED.)

- 1967 The prehistory of the Tehuacan Valley. *Environment and subsistence*, vol. I, University of Texas Press, Austin.

BUCKLER IV, EDWARD, DEBORAH M. PEARSALL Y TIMOTHY P. HILTSFORD

- 1998 Climate, Plant Ecology, and Central Mexican Archaic Subsistence. *Current Anthropology*, 39 (1): 152-164.

COWAN, C. W. Y B. D. SMITH

- 1993 New Perspectives on a Wild Gourd in Eastern North America. *Journal of Ethnobiology*, 13: 17-54.

CUTLER, H. Y T. WHITAKER

- 1961 History and Distribution of the Cultivated Cucurbits in the Americas. *American Antiquity*, 26 (4): 469-485.

DECKER, D. S.

- 1988 Origin(s), Evolution and Systematic of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). *Economic Botany*, 42 (1): 4-15.
- 1990 Evidence for Multiple Domestications of *Cucurbita pepo*. Bates, David M., Richard W. Robinson and Charles Jeffrey (eds.) *Biology and Utilization of the Cucurbitaceae*, Cornell University Press Ithaca, New York: 96-101.

- DECKER-WALTERS, D. S., T. W. WALTERS, C. W. COWAN Y B. D. SMITH
1993 Isozymic Characterization of Wild Populations of *Cucurbita pepo*. *Journal of Ethnobiology*, 13 (1): 55-72.
- DOEBLEY, J. F.
1983 The Maize and Teosinte Male Inflorescence: A Numerical Taxonomic Study. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 70: 32-70.
- DOEBLEY, J. F. Y H. H. ILTIS
1980 Taxonomy of *Zea* (Gramineae). I. A subgeneric classification with key to taxa. *American Journal of Botany*, 67: 982-993.
- DOEBLEY, J. F.
1990 Molecular Evidence and the Evolution of Maize. *Economic Botany*, 9: 203-218.
- EUBANKS, M. W.
2001 An Interdisciplinary Perspective on the Origin of Maize. *Latin American Antiquity*, 12 (1): 91-98.
- FLANNERY, K. V.
1973 The Origins of Agriculture. *Annual Review of Anthropology*, 2: 271-310.
1985 Los orígenes de la agricultura en México, las teorías y la evidencia. Rojas-Rabiela, T. y W. T. Sanders (eds.) *Historia de la agricultura, época prehispánica-siglo XVI*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Biblioteca del INAH, México: 273-265.
1986 *Guila Naquitz, Archaic Foraging and Early Agriculture in Oaxaca*. Academic Press, Orlando.
1997 In Defense of the Tehuacán Project. *Current Anthropology*, 38: 660-672.
1999 Los orígenes de la agricultura en Oaxaca. *Cuadernos del Sur*, 5 (14): 5-14.
- FLANNERY, K. V., J. MARCUS Y STEPHEN A. KOWALESKI
1981 The Preceramic and Formative of the Valley of Oaxaca. Sabloff, J.A. (ed.) *Supplement to the Handbook of Middle American Indians*, vol. 1, Archaeology, University of Texas Press, Austin: 48-93.
- FORD, R. I.
1980 Artifacts that grew: their roots in Mexico. *Early man*, 2: 19-23.
- FORD, R. I. (ED.)
2001 *Ethnobiology at the Millenium*. Anthropological Papers No. 91, Museum of Anthropology, University of Michigan, Ann Arbor.

FRITZ, G.

- 1994 Are the First American Farmers Getting Younger? *Current Anthropology*, 35: 305-309.

GALINAT, W.

- 1971 The Origin of Maize. *Annual Review of Genetics*, vol. 5: 447-448.

GEPTS, P.

- 1996 Origin and evolution of cultivated *Phaseolus* species. Pickersgill, B. y J.M. Lock (eds.) *Advances in Legume Systematics 8: Legumes of Economic Importance*, Royal Botanic Gardens, Kew: 65-74.

GEPTS, P., K. KIECIK, P. PEREIRA Y F. A. BLISS

- 1988 Dissemination pathways of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae) deduced from Phaseolin electrophoretic variability. I. The Americas. *Economic Botany*, 42 (1): 73-85.

HARDY, K.

- 1996 The Preceramic Sequence from the Tehuacan Valley: A Reevaluation. *Current Anthropology*, 37: 529-539.

ILTIS, H. H.

- 1987 Maize evolution and agricultural origins. Soderstrom, T.R., K.W. Hilu, C.S. Campbell, y M.E. Barkworth (eds.) *Grass Systematics and Evolution*, Smithsonian Institution, Washington: 195-213.
- 1993 La taxonomía del *Zea* desde una perspectiva histórica. *Biología, ecología y conservación del género Zea*, Benz, B.F. (comp.) Universidad de Guadalajara, México: 17-41.
- 2000 Homeotic sexual translocations and the origin of maize (*Zea mays*, Poaceae): A new look at an old problem. *Economic Botany*, 54 (1): 7-42.

ILTIS, H. H. Y J. F. DOEBLEY

- 1984 *Zea* a biosystematical odyssey. Grant, W. F. (ed.) *Plant biosystematics*, Academic Press, Montreal: 587-616.

KAPLAN, L.

- 1981 What is the origin of the common bean? *Economic Botany*, 35 (2): 240-254.

KAPLAN, L. Y T. LYNCH

- 1999 *Phaseolus* (Fabaceae) in Archaeology: AMS radiocarbon dates and their significance for pre-Colombian agriculture. *Economic Botany*, 53 (2): 261-272.

- LENTZ, D. L., M. E. D. POHL, K. O. POPE Y A. R. WYATT
2001 Prehistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in Mexico. *Economic Botany*, 55 (3): 370-376.
- LONG, A., B. F. BENZ, D. J. DONAHUE, A. J. T. JULL, L. J. TOOLIN
1989 First direct AMS dates on early maize from Tehuacán, Mexico. *Radiocarbon*, 31: 1035-1040.
- LONG, A. Y G. FRITZ
2001 Validity of the AMS dates on maize from the Tehuacán Valley: A comment on MacNeish and Eubanks. *Latin American Antiquity*, 12 (1): 87-90.
- MACNEISH, R. S.
1958 Preliminary Archaeological Investigations in the Sierra de Tamaulipas, Mexico. *Transactions of the American Philosophical Society*, pt. 6, vol. 48, Philadelphia.
1967 A Summary of the Subsistence, Byers, D. S. (ed.) *The Prehistory of the Tehuacán Valley*, vol. 1, University of Texas Press, Austin: 290-309.
2001 A response to Long's radiocarbon determinations that attempt to put acceptable chronology on the fritz. *Latin American Antiquity*, 12 (1): 99-104.
- MACNEISH, R. S. Y M. W. EUBANKS
2000 Comparative analysis of the Rio Balsas and Tehuacán models for the origin of maize. *Latin American Antiquity*, 11 (1): 3-20.
- MANGELSDORF, P.C.
1947 The origin and evolution of maize. *Advances in Genetics*, 1: 161-207.
1974 *Corn, its origin, evolution and improvement*. Harvard University Press, Cambridge.
1986 The Origin of Corn. *Scientific American*, 22 (2): 72-79.
- MANGELSDORF, P. C., R. S. MACNEISH Y G. R. WILLEY
1964 Origins of Agriculture in Middle America. *Handbook of Middle American Indians*, vol. 1, University of Texas Press, Austin: 427-445.
- MANGELSDORF, P. C., R. S. MACNEISH Y W. C. GALINAT
1967a Prehistoric "maize", teosinte and *Tripsacum* from Tamaulipas, Mexico. *Botanical Museum Leaflets*, 22 (2): 33-63.

- 1967b Prehistoric wild and cultivated maize. Byers, D.S. (ed.) *The prehistory of the Tehuacán Valley*, vol. 1, University of Texas Press, Austin: 178-200.

MANGELSDORF, P. C. Y R. G. REEVES

- 1938 The Origin of Maize. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 24: 303-312.

MATSUOKA, Y., Y. VIGOUROUX, M. GOODMAN, G. J. SÁNCHEZ,

E. BUCKLER Y J. DOEBLEY

- 2002 A single Domestication for Maize shown by Multilocus Microsatellite Genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99 (9): 6080-6084.

MCCLUNG DE TAPIA, EMILY

- 1992 Mexico and Central America. Cowan, C. W. y P. J. Watson (eds.) *The Origins of Agriculture: An International Perspective*, Smithsonian Institution Press, Washington: 143-171.

MCCLUNG DE TAPIA, EMILY Y JUDITH ZURITA

- 2001 Las primeras sociedades sedentarias. Manzanilla, L. y L. López Luján (eds.) *Historia antigua de México, vol. I, El México antiguo, sus áreas culturales, los orígenes y el horizonte preclásico*, Instituto Nacional de Antropología e Historia-Universidad Nacional Autónoma de México-Editorial Porrúa, México: 255-295.

MERICK, L. C.

- 1990 Systematic and evolution of a domesticated squash, *Cucurbita argyosperma* and its wild and weedy relatives. Bates, D., R. Robinson y C. Jeffrey (eds.) *Biology and Utilization of the Cucurbitaceae*, Cornell University Press, Ithaca: 77-95.

NEE, M.

- 1990 The domestication of *Cucurbita* (Cucurbitaceae). *Economic Botany*, 44 (3 supplement): 56-68.

PIPERNO, D. R. Y D. M. PEARSALL

- 1998 *The Origins of Agriculture in the Lowland Tropics*. Academic Press, San Diego.

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*, 98 (4): 2101-2103.

SINGH, S. P., P. GEPTS Y D. DEBOUCK

- 1991 Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Economic Botany*, 45 (3): 379-396.

SMITH, B. D.

- 1997a The initial domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10,000 years ago. *Science*, 273: 932-934.
- 1997b Reconsidering the Ocampo caves and the era of incipient cultivation in Mesoamerica. *Latin American Antiquity*, 8 (4): 342-383.
- 2000 Guilá Naquitz revisited: agricultural origins in Oaxaca, México. Feinman, G. y L. Manzanilla (eds.) *Cultural evolution: contemporary viewpoints*, Kluwer Academic/ Plenum Publishers, London: 15-60.
- 2001a Documenting plant domestication: The consilience of biological and archaeological approaches. *Proceedings of the National Academy of Science*, 98 (4): 1324-1326.
- 2001b The transition to food production. Feinman, G.M. y T.D. Price (eds.) *Archaeology at the Millenium: A Sourcebook*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York: 199-229.

STARK, B.

- 1981 The Rise of Sedentary life. Sabloff, J. (ed.) *Supplement of the Handbook of Middle American Indians*, vol. 1, Archaeology, University of Texas Press, Austin: 345-372.

WHITAKER, T. W.

- 1980 *Cucurbitáceas americanas útiles al hombre*. Comisión de Investigaciones Científicas, Buenos Aires.

WHITAKER, T. W. Y T. CARTER

- 1946 Critical notes on the origin and domestication of the cultivated species of *Cucurbita*. *American Journal of Botany*, 33: 10-15.

WHITAKER, T. W., H. CUTLER Y R.S. MACNEISH

- 1957 Cucurbit materials from three caves near Ocampo, Tamaulipas. *American Antiquity*, 22: 352-358.

WILLEY, G.

- 1981 Recent Researches and perspectives in Mesoamerican Archaeology: an introduction commentary. Sabloff, J.A. (ed.) *Supplement to the Handbook of Middle American Indians*, vol. 1, Archaeology, University of Texas Press, Austin: 3-27.

WILKES, H. G.

- 1972 Maize and its wild relatives. *Science*, 177: 1071-1077.