

# 18 Biodiversidad humanizada

---

AUTORES: Hugo R. Perales Rivera • J. Rogelio Aguirre Rivera

AUTORES DE RECUADROS: 18.1, Alfonso Octavio Delgado Salinas •

18.2, Juan Antonio Reyes-Agüero • 18.3, José de Jesús Sánchez González

REVISORES: Patricia Colunga-GarcíaMarín • Stephen B. Brush • Takeo A. Kato

---

## CONTENIDO

- 18.1 Introducción / 566
- 18.2 Especies vegetales y animales en el registro arqueológico / 567
- 18.3 Especies registradas por cronistas del siglo XVI / 568
- 18.4 Especies domesticadas en México / 569
- 18.5 Gradiente de domesticación de la biodiversidad humanizada / 574
- 18.6 Diversidad en las especies humanizadas / 577
- 18.7 Dispersión de la biodiversidad humanizada / 580
- 18.8 Potencial de la biodiversidad mexicana humanizada / 583
- 18.9 Grupos étnicos y biodiversidad / 584
- 18.10 Conclusiones / 584
- Referencias / 599

## Recuadros

- Recuadro 18.1. *Phaseolus* en México / 572
- Recuadro 18.2. *Gradiente de domesticación de Opuntia en la Altiplanicie Meridional* / 575
- Recuadro 18.3. *Conservación de los teocintes mexicanos* / 578

## Apéndices

- Apéndice 18.1. *Especies vegetales y animales presentes en las cuevas de Tehuacán, Puebla, y Guilá Naquitz, Oaxaca* / 585
- Apéndice 18.2. *Especies vegetales humanizadas en mayor o menor grado en México y que siguen siendo utilizadas* / 589
- Apéndice 18.3. *Especies vegetales con mayor superficie sembrada en México en 1991* / 593

---

Perales, H.R., y J.R. Aguirre. 2008. Biodiversidad humanizada, en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 565-603.

## Resumen

México es uno de los centros de origen de la agricultura y de especies vegetales fundamentales para la vida humana. Hace más de 6 000 años se utilizaba el maíz, y para entonces algunas calabazas tenían ya unos 4 000 años asociadas a los pobladores de México. La revisión de los códices y otros documentos históricos nos indica que el número de especies utilizadas por los pobladores de México en el siglo xvi era posiblemente tan grande como el actual. Es sabido que el maíz, diversos frijoles y calabazas, el algodón, el aguacate, la vainilla y otras especies importantes se originaron y domesticaron en México. Otras especies domesticadas en México, como los chiles, el jitomate y el cacao, tuvieron su origen biológico en Sudamérica. Desde el siglo xv el intercambio de especies se intensificó y un conjunto de especies mexicanas fueron introducidas en otros continentes; también recibimos muchas especies que se adoptaron ampliamente y se acriollaron, con lo cual algunas se diversificaron notablemente. Varias especies asociadas a los antiguos pobladores no solo permanecen en uso hasta nuestros días, sino que constituyen más de la mitad del consumo de alimentos en el país; en cambio, otras cayeron en desuso y representan un potencial por desarrollar. No todas las especies humanizadas han sido domesticadas y en muchos casos se ha preferido mantenerlas en condiciones silvestres y seguir las recolectando en lugar de tenerlas bajo cultivo. Actualmente se reconoce que las especies humanizadas conforman un gradiente continuo entre especies domesticadas y recolectadas. Ejemplos de lo anterior los encontramos en las cactáceas, entre las cuales muchas tunas, xoconostles y pitayas son solo recolectadas, otras favorecidas o incrementadas y algunas más se encuentran bajo

cultivo y con cierta domesticación. Muchas especies nativas de México sin domesticación y con uso medicinal, ornamental, forestal u otro, constituyen un gran potencial económico para el futuro. Cuando se examina la biodiversidad humanizada también es importante considerar la variación genética en estas especies y sus parientes silvestres, particularmente de aquellas que fueron domesticadas en México. En contraste con la abundancia de especies vegetales domesticadas en México, antes del siglo xv solo había dos especies animales propiamente domesticadas: el guajolote, de origen americano, y el perro, introducido de Asia por los primeros pobladores de América. Sin embargo, el número de especies animales humanizadas en distintos grados es abundante. La mayoría de las especies animales utilizadas son producto de la caza, pero otras, como los insectos comestibles, son recolectadas y algunos insectos, como las abejas melíponas y la cochinilla de la grana, pueden considerarse casi domesticados. Un aspecto que es necesario destacar es la estrecha relación entre las culturas indígenas de México y la conservación de la biota humanizada. La relación entre culturas y biodiversidad no puede ser soslayada, y pretender conservar la biodiversidad humanizada sin propiciar condiciones de desarrollo para las culturas indígenas puede ser poco efectivo. México depende de la biodiversidad humanizada para su bienestar y desarrollo. La biodiversidad humanizada de México es de repercusión estratégica no sólo para el país sino para toda la humanidad. Si las políticas públicas pierden de vista lo anterior, ello posiblemente implicará la disminución de la riqueza genética y, por tanto, del patrimonio futuro.

### 18.1 INTRODUCCIÓN

México es reconocido como uno de los seis o siete centros de origen, domesticación y diversificación de especies vegetales fundamentales para la subsistencia humana. La agricultura comenzó hace unos 8 000 a 12 000 años antes del presente (a.p.) en solo cuatro regiones del mundo: el actual territorio de México fue una de ellas. Un número importante de las especies vegetales domesticadas en México son ampliamente utilizadas en todo el mundo, pero también existe otro conjunto de especies nativas cuyas variantes domesticadas han sido poco adoptadas en otros países, aunque continúan siendo importantes en el país. Muchas de las plantas que se cultivan hoy en México fueron introducidas y algunas de ellas son muy importantes para la alimentación y bienestar de

su población. Actualmente, alrededor de la mitad de las calorías que consumen los mexicanos proviene de especies originalmente domesticadas en el país. En contraste con las vegetales, el número de especies animales domesticadas en México es muy pequeño, pero la importancia actual de un conjunto de ellas en términos de utilidad es considerable. Los animales domésticos más importantes en México fueron introducidos por los españoles y aún hoy existen algunas variantes criollas derivadas de dichas introducciones. Además, hay otro conjunto de especies con diversos grados de humanización que son importantes para la población rural y con un considerable potencial futuro. La diversificación reciente de especies mexicanas ornamentales ha sido más intensa fuera del país y se sigue prestando poca atención a este potencial, al igual que al de las especies medicinales, forestales y variantes

espontáneas de las especies domesticadas mexicanas. Debemos considerar que una parte significativa de la diversidad de las especies vegetales y animales importantes en México se encuentra en íntima asociación con los grupos étnicos del país, por lo que es necesario encontrar formas para fomentar su uso y conservación, conforme estos grupos fortalecen sus capacidades de gestión y usufructo de sus territorios.

La biodiversidad humanizada son las plantas y animales que los humanos han alterado en sus características biológicas, abundancia y distribución. En esta revisión de la biodiversidad humanizada primero se recurre al registro arqueológico de las especies que utilizaban los antiguos pobladores de México y cuáles fueron recogidas en las crónicas después del contacto con los españoles. Luego, se examina qué se sabe desde el punto de vista científico sobre las especies que se originaron y domesticaron en México, sobre su dispersión a otros países y la introducción de especies útiles de otras regiones. Se revisa la importancia de la diversidad intraespecífica en este grupo de plantas y animales, así como el potencial económico de algunas de las especies mexicanas. Por último, se resalta la asociación entre los grupos étnicos de México y la biodiversidad humanizada del país.

## 18.2 ESPECIES VEGETALES Y ANIMALES EN EL REGISTRO ARQUEOLÓGICO

El reconocimiento de México como uno de los centros de origen de la agricultura propició las investigaciones en torno a las especies que estuvieron asociadas a los antiguos pobladores del país. La mayor parte de lo que se conoce sobre ellas proviene de tres sitios (Smith 1997): la cueva de Guilá Naquitz cerca de Mitla, en Oaxaca; las cue-

vas de Coxcatlán y San Marcos cerca de Tehuacán, en Puebla, y las cuevas de Romero y Valenzuela cerca de Ocampo, en Tamaulipas (cuadro 18.1). [Véase adenda en pág. 603.]

Una de las sorpresas del registro arqueológico es que el maíz no fue de las primeras especies cultivadas (MacNeish 1967). Antes que el maíz ya se cultivaban diversas calabazas (*Cucurbita* spp.) y el guaje (*Lagenaria siceraria*); esta última es la única especie cultivada en México desde tiempos precolombinos sin ser nativa de América. Aunque la presencia humana en México data de más de 10 000 años a.p., el registro arqueológico más antiguo de maíz es de 6 250 años a.p. (Piperno y Flannery 2001), y solo llegó a ser importante en la subsistencia local hasta unos 3 000 años después. Estudios polinolíticos recientes en microfósiles han llevado a proponer un registro más arcaico (7 250 años a.p.) para el cultivo de maíz en Tabasco (Pope *et al.* 2001), pero esa antigüedad está en discusión (Sluyter y Domínguez 2006; Pohl *et al.* 2007).

Un conjunto numeroso de especies también se encuentran antes que el maíz en el registro arqueológico de Tehuacán, aunque no es seguro que todas fueran cultivadas y domesticadas ya que el modo de vida de cazadores-recolectores coexistió con la domesticación y cultivo por milenios. Entre éstas se encuentra el aguacate (*Persea americana*), zapotes blanco (*Casimiroa edulis*) y negro (*Diospyros digyna*), coyol (*Acrocomia mexicana*), ciruela (*Spondias mombin*), chupandilla (*Cyrtocarpa procera*), cosahuico (*Sideroxylon* sp.) y posiblemente el chile (*Capsicum annuum*). Aunque el cacahuate (*Arachis hypogaea*) fue encontrado en estratos relativamente recientes, menos de 2 000 años a.p., esta especie originaria de Sudamérica es una de las evidencias de la introducción de plantas útiles en tiempos prehispánicos (Smith 1967). Otras plantas que también fueron encontradas en Tehuacán se presentan en el apéndice 18.1. Se puede observar que al igual

**Cuadro 18.1** Registro más antiguo de las principales especies mesoamericanas domesticadas (años antes del presente)

Especie	Sitio arqueológico			
	Guilá Naquitz, Oaxaca	Tehuacán, Puebla	Ocampo, Tamaulipas	
Maíz	<i>Zea mays</i>	6 300	5 500	4 400
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	2 100	2 300	1 300
Calabaza	<i>Cucurbita pepo</i>	10 000	7 900	6 300
Calabaza ayote	<i>Cucurbita argyrosperma</i>	—	2 100	5 000
Calabaza amarilla	<i>Cucurbita moschata</i>	—	—	2 800
Guaje	<i>Lagenaria siceraria</i>	10 000	7 200	6 400

Basado en Smith (2001, 2005).

que el maíz y las calabazas, algunas de las especies asociadas en el registro arqueológico permanecen en uso hasta nuestros días; en cambio, otras que fueron importantes cayeron en desuso.

En las cuevas de Tehuacán (Flannery 1967) solo se encontraron restos de dos especies animales domesticadas: el perro (*Canis lupus familiaris*) y el guajolote o pavo (*Meleagris gallopavo*). El perro fue introducido al valle de Tehuacán hace 5 000 años y se tiene evidencia de que era abundantemente utilizado como alimento desde hace unos 3 500 años. Los guajolotes fueron introducidos hace unos 1 800 años y aparentemente desde entonces ya eran utilizados como alimento. Hace 10 000 años a.p., al principio de la ocupación de Tehuacán, la cacería era principalmente de animales pequeños, aunque también se registraron restos de fauna mayor e incluso de algunas especies ahora extintas. Se tiene evidencia de que desde entonces hubo cacerías de liebres (*Lepus callotis* y *Lepus* sp.). Hacia 7 000 años a.p. las condiciones climáticas cambiaron y también la fauna; la caza de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y conejos (*Sylvilagus audubonii* y *S. cunicularius*) se tornó abundante, especies que siguen siendo importantes desde el punto de vista cinegético. La cacería continuó hasta tiempos recientes, pero después de 3 000 años a.p. ya no tuvo la amplitud e importancia que antes. Se han encontrado más de 50 especies de animales en el registro arqueológico (apéndice 18.1), aunque al parecer algunas no fueron utilizadas como alimento, como los murciélagos, o sólo ocasionalmente, como los roedores.

En la cueva de Guilá Naquitz se encontraron menos especies vegetales y animales que en Tehuacán (apéndice 18.1). Están presentes el maíz, el frijol común (*Phaseolus vulgaris*), la calabaza (*Cucurbita pepo*) y otras especies vegetales, de las cuales solo algunas no fueron a la vez encontradas en Tehuacán. El registro arqueológico más antiguo para el maíz (Piperno y Flannery 2001) y la calabaza común (Smith 1997) corresponden a Guilá Naquitz (cuadro 18.1). En las inflorescencias y olotes de maíz en Guilá Naquitz se ha encontrado evidencia de que el maíz fue domesticado a partir del teocinte (Benz 2001). No se encontraron especies de animales extintas en el registro de Guilá Naquitz.

En Paquimé (Casas Grandes), Chihuahua, se ha encontrado evidencia de cría de aves que data de hace unos 800 años a.p. Una especie importante en Paquimé y en algunos otros sitios en esa región fue la guacamaya roja (*Ara macao*), la cual se reproducía en cautiverio y sus plumas multicolores e iridiscentes eran comercializadas,

aunque posiblemente también se comerciaba con aves vivas (Minnis *et al.* 1993). El hábitat natural de la guacamaya roja son las tierras tropicales, hasta el norte de Veracruz, unos 500 km al sureste de Paquimé, pero se han encontrado restos de esta guacamaya hasta en el sur de Utah, Estados Unidos, muy posiblemente provenientes de Paquimé. Aparentemente estas aves en cautiverio no fueron utilizadas con fines alimentarios sino religiosos (Minnis *et al.* 1993). En Paquimé también se encontró evidencia de reproducción de guajolotes en cautiverio. Se sabe que algunos pericos también se criaban en Mesoamérica antes de la llegada de los españoles (Valdez A. 1996), entre los que se encuentran el loro de Yucatán (*Amazona xantholora*), el loro frente blanca (*A. albifrons*) y el perico frente naranja (*Aratinga canicularis*). De un sitio arqueológico en Paso de la Amada en el Soconusco, Chiapas, se identificaron restos de 60 especies de aves, 36 de ellas propias de ambientes terrestres y 24 marinas, acuáticas o estuarinas, además de cuatro sin registro previo para la costa de Chiapas (Steadman *et al.* 2003). Las aves más comúnmente utilizadas fueron tórtolas y palomas (Columbidae), perdices o codornices (Phasianidae), caracaras (Falconidae), garzas (Ardeidae) y pavas de monte o chachalacas (Cracidae), las cuales siguen siendo importantes como piezas de caza donde habitan. Pero también se encontraron aves de otras familias, posiblemente utilizadas como mascotas o para aprovechar sus plumas.

### 18.3 ESPECIES REGISTRADAS POR CRONISTAS DEL SIGLO XVI

Poca información específica sobre las especies vegetales y animales quedó registrada en los códices prehispánicos, por lo que el conocimiento de las especies utilizadas en tiempo de la conquista deriva de los cronistas españoles. En el siglo XVI se escribieron tres obras importantes para el estudio de las especies utilizadas por los antiguos mexicanos (Picó y Nuez 2000a): el documento conocido como *Códice Florentino*, de fray Bernardino de Sahagún, cuyo título es *Historia general de las cosas de Nueva España* (escrito entre 1558 y 1577 y publicado en 1829-1830); la *Historia Natural de Nueva España*, de Francisco Hernández (escrito entre 1571 y 1577 y publicado en 1651), y el *Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis* (opúsculo acerca de las hierbas medicinales de los indios) escrito en náhuatl por Martín de la Cruz en 1552 y traducido al latín por Juan Badiano, conocido como *Códice De la Cruz-Badiano*. Estas obras incluyen un conjunto de especies

útiles, aunque por los intereses de los autores se enfatizaron las medicinales.

El análisis botánico de estos códices ha arrojado información por demás interesante. Valdés y Flores (1985) estudiaron la obra de Hernández y encontraron mención de 3 076 plantas, de las cuales identificaron 667 en el nivel de especie y otras 347 en el de género o de familia. El estudio de Estrada L. (1989) del *Códice Florentino* encontró mencionadas 724 plantas, de las cuales pudo identificar 382 especies pertenecientes a 101 familias. Los usos más comunes de las plantas registradas en el *Códice Florentino* son medicinales (266 plantas) y comestibles (229 plantas), seguidos de ceremoniales (81 especies) y ornamentales (48 plantas). La mayor parte (503) de las plantas mencionadas tienen solo un uso, pero un buen número (79) tienen dos usos y 26 plantas tienen tres o más usos, aunque en varios casos se designa con un mismo nombre común a varias especies (por ejemplo, los izotes y amarantos). La mayor parte de estas especies con usos diversos son comestibles y medicinales, aunque destacan el algodón, el hule y el maguey con cinco usos los primeros y siete el último. El maíz tiene seis usos referidos en el *Códice Florentino*, esto es, ceremonial, comestible, tributario, combustible, medicinal y forrajero.

Los quelites, “las yerbas que se comen cocidas” (Sahagún), fueron particularmente importantes en tiempos prehispánicos. Urbina (1903) identificó 83 especies de quelites comestibles en los libros de Sahagún y Hernández, entre las que se encuentran algunas que se siguen usando en la actualidad, como los amarantos (*Amaranthus* spp.) y los quintoniles (*Chenopodium* spp.), pero la mayor parte de ellas han sido casi olvidadas. Recientemente Picó y Nuez (2000a) revisaron las especies hortícolas de hoja en las obras de Sahagún, Hernández y De la Cruz y señalaron que resulta difícil establecer cuáles de ellas eran cultivadas o recolectadas y si estas últimas eran arvenses en las milpas o se recolectaban en otros ambientes. Picó y Nuez (2000b) también estudiaron las hierbas (quelites) utilizadas como condimentos, entre las que destacan, desde entonces y aún en la actualidad, el epazote (*Chenopodium ambrosioides*), la hierbasanta (*Piper auritum*) y el papaloquelite (*Porophyllum ruderale*). Actualmente algunos de estos quelites son cultivados, pero siguen siendo en gran medida recolectados de las milpas (Vieyra-Odilon y Vivrans 2001). Urbina (1906) también estudió las plantas utilizadas por sus raíces comestibles y describió 48 especies.

Los animales son raros en la medicina prehispánica, casi siempre fueron complementarios de las plantas y muy

posiblemente tuvieron un sentido mágico (Martín del Campo 1964). El número de animales descrito en el *Códice De la Cruz-Badiano* es poco extenso y predominan mamíferos, aves, reptiles e insectos (Martín del Campo, 1964). Hernández y Sahagún también describieron aves que eran mantenidas en jaulas por su canto (Valadez A. 1996). Cuando menos nueve especies fueron criadas para este fin, entre las que destacan el cenizote (*Mimus polyglottos*), el tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*) y la cotinga azuleja (*Cotinga amabilis*).

Aunque es posible que algunas especies hayan sido incorrectamente identificadas por los autores citados, estos números nos dan una buena idea de la cantidad de especies utilizadas en tiempos prehispánicos y muchas podrían ser reincorporadas al consumo o cultivo (Hernández-Bermejo y León 1994; Picó y Nuez 2000a, 2000b).

#### 18.4 ESPECIES DOMESTICADAS EN MÉXICO

La domesticación de biota es un proceso evolutivo sometido a selección natural y cultural. Como tal, debe entenderse que es gradual o continuo y que su rapidez y profundidad puede ser muy variable entre especies. El proceso de humanización de la biota domesticada antigua necesariamente tuvo que ser milenario y presentar al menos tres fases selectivas críticas. Primero, estas especies tuvieron que destacar regionalmente por sus atributos naturales (abundancia, persistencia, utilidad y reacción positiva a la humanización), que les permitieran atraer gradualmente la atención y concentración de los esfuerzos de procuración de los cazadores-recolectores. Luego, las especies cazadas o recolectadas con mayor frecuencia, durante más tiempo y con mejores resultados, tuvieron que superar exitosamente la prueba de ser sometidas a cría o cultivo, respectivamente; esto es, debieron resultar funcionales en un ambiente muy humanizado, con menor predominio de las fuerzas selectivas naturales, físicas y bióticas. Finalmente, las especies más exitosas en el ambiente humanizado tuvieron que comenzar a distinguirse morfológica, fisiológica y ecológicamente de sus conespecíficas silvestres, esto es, a diferenciarse genéticamente de ellas, al incrementarse el predominio de las presiones de selección artificial y reducirse su relación reproductiva con las poblaciones silvestres respectivas. En las especies perennes, utilizadas por sus frutos o por sus órganos subterráneos enriquecidos con carbohidratos de reserva, la plantación (multiplicación vegetativa) en el ambiente humanizado ha



conducido a la domesticación instantánea de variantes excepcionales, las cuales tendrían muy pocas o nulas posibilidades de persistir en condiciones naturales, por su condición mutante (somática o cromosómica), híbrida o extrema en la variación normal (Harris 1989; Harlan 1992).

De las 128 especies vegetales más importantes del mundo, incluidas en la lista de la FAO (2006), poco más de 10% fueron domesticadas en México. De acuerdo con Harlan (1992), al menos 10 géneros de plantas tienen especies diferentes domesticadas en Mesoamérica y en Sudamérica (domesticación vicariante), y otros tantos cuentan con especies distintas domesticadas en América y en el mundo antiguo.

El registro arqueológico sugiere claramente que algunas especies fueron domesticadas en México, pero por su naturaleza esta evidencia es generalmente insuficiente. Después de la conquista muchas especies fueron llevadas a otros continentes y adoptadas con entusiasmo. La aceptación fue tan amplia que llegó a dudarse del origen mexicano de algunas de ellas. Hace más de 100 años, De Candolle (1986) propuso la combinación de distintos criterios para determinar el origen de las plantas domesticadas, entre los cuales incluyó los basados en la arqueología, la paleontología, la botánica, la lingüística y la historia. Aunque se mantiene el criterio de integrar evidencias de distintos tipos, en la actualidad los métodos derivados de la biología molecular, esto es, el análisis del material genético, han tomado un lugar prominente en la determinación del origen de las plantas domesticadas, de manera que la solidez de gran parte del conocimiento actual al respecto proviene de estos métodos.

La primera recolecta extensa en México de variantes de especies vegetales posiblemente domesticadas en el país fue hecha por el botánico ruso Vavilov (Vavilov y Dorofeev 1992), quien empleó criterios de distribución y concentración espacial de la variación morfológica e identificó más de 50 especies comestibles de importancia económica originarias de México y más de 20 especies de ornamentales. Después, Dressler (1953) hizo una revisión basada en De Candolle y Vavilov y presentó una lista de 94 especies cultivadas en México en tiempos precolombinos, nueve de ellas originarias de Sudamérica y en ocho casos se carecía entonces de suficiente información para asignarles un origen evidente. Estudios posteriores han confirmado el origen mesoamericano de la mayor parte de las especies propuestas por estos autores (apéndice 18.2).

Aunque el maíz tuvo un proceso importante de diversificación en Sudamérica, actualmente no hay duda que se originó en México a partir del teocinte. Se conocen varios tipos de teocinte, pero el *Zea mays* subsp. *parviglumis* ha

sido identificado como el más cercano al maíz (Matsuoka *et al.* 2002) y se cree que este se originó posiblemente en la cuenca del Río Balsas (Doebley 1990) o en la Sierra de Oaxaca (Matsuoka *et al.* 2002). Con base en el análisis genético del maíz y del teocinte se ha calculado que la domesticación del maíz ocurrió hace unos 9 200 años a.p., unos 3 000 años antes del primer registro arqueológico. Sin embargo, esta estimación es consistente con la evidencia arqueológica ya que es muy posible que los teocintes analizados no fueron descendientes directos de los ancestros particulares del maíz y la fecha representa solo el límite superior asociado a la domesticación de la especie.

Si bien el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) se originó y domesticó en México, se sabe que también se produjo una domesticación independiente en Sudamérica (Gepts *et al.* 1986), y posiblemente hubo múltiples domesticaciones de esta especie en ambas regiones (Heiser 1979; Beebe *et al.* 2000; Pickersgill *et al.* 2003). La distribución de plantas silvestres de frijol común se conoce desde el noroeste de Argentina hasta el norte de México (Gepts y Debouck 1991), pero las semillas de las poblaciones mesoamericanas se caracterizan por ser más pequeñas que sus contrapartes sudamericanas. En México también se encuentran más de 50 especies silvestres del género *Phaseolus* (véase recuadro 18.1). Otras cuatro especies de *Phaseolus* fueron también domesticadas en México. El ayocote (*P. coccineus*) y el ibes (*P. dumosus*) son comunes en regiones templadas; el ayocote se encuentra en gran parte del país y el ibes en el sureste de México y Guatemala. El frijol tépari (*P. acutifolius*) fue domesticado en el noroeste de México. El ib o frijol lima (*P. lunatus*), común en México en la Depresión del Balsas, la Península de Yucatán y la Planicie Costera del Golfo y en Sudamérica (Ballesteros 1999), posiblemente también tiene dos centros de domesticación independientes en Mesoamérica y Sudamérica (Gutiérrez-Salgado *et al.* 1995). [Véase además en pág. 603.]

Las calabazas y chiles presentan una situación similar, con distintas especies domesticadas en Mesoamérica y Sudamérica (Heiser 1979). Cuatro especies de calabaza fueron domesticadas en México y aún existen variantes silvestres de algunas de ellas. La calabaza más común (*Cucurbita pepo*), que incluye la que se consume inmadura conocida como calabacita, aparentemente tuvo cuando menos dos domesticaciones independientes: una en el noreste de México y esta de Estados Unidos y la otra posiblemente en el sur de México, donde también fue domesticado el ayote (*C. argyrosperma*) (Sanjur *et al.*, 2002). La calabaza amarilla (*C. moschata*) quizá se origi-

nó en tierras bajas del norte de Sudamérica (Sanjur *et al.* 2002), aunque el registro arqueológico de Ocampo, Tamaulipas, presenta indicios de su presencia desde hace más de 2 000 años (Smith 1967). El chilacayote (*C. ficifolia*) se cultiva en tierras más altas, donde muchas veces, al ser perenne, persiste en las milpas sin ser reseñado; aún se desconoce la especie silvestre que le dio origen, aunque posiblemente es originaria de México. En Sudamérica se domesticó una calabaza (*C. maxima*) aparentemente desconocida en el México precolombino y aun hoy raramente cultivada en el país (Cutler y Whitaker 1961).

Se ha propuesto que el género *Capsicum* se originó en Bolivia (McCleod *et al.* 1982) y se dispersó en forma natural a México, donde es posible encontrar variantes silvestres de Chile (*Capsicum annuum* subsp. *glabriusculum*). Dos de sus especies fueron domesticadas en Mesoamérica. La especie más común en México es *C. annuum* y presenta muchas variantes en picor y en forma y tamaño de fruto. El Chile de árbol (*C. frutescens*) es bastante común y también fue domesticado en este país. Además, en México se cultiva el Chile habanero (*C. chinense*) en regiones cálidas, y el Chile de cera o manzano (*C. pubescens*) en regiones templadas de altura. Estas dos especies fueron introducidas de Sudamérica, el habanero (amazónico) posiblemente por la vía litoral del Caribe, y el manzano (de origen andino) por la vía litoral del Pacífico. En Sudamérica también se domesticó otra especie importante de Chile (*C. baccatum*), el cual presenta formas similares al Chile común mexicano, pero prácticamente se desconoce en este país (Pickersgill 1971).

El aguacate ha sido clasificado en tres razas que en realidad corresponden a tres subespecies, por sus diferencias morfológicas y por distribuirse naturalmente en tres pisos ecológicos distintos. La raza mexicana (*Persea americana* subsp. *drymifolia*) presenta cáscara delgada comestible, la cual, al igual que sus hojas, tienen un agradable olor anisado; es la raza más tolerante a bajas temperaturas y propia de tierras altas. La raza guatemalteca (*P. americana* subsp. *guatemalensis*) comprende los cultivares de mayor importancia económica y es propia de tierras intermedias con climas semicálidos. La raza antillana (*P. americana* subsp. *americana*), conocida en México como paha, es propiamente de la costa oeste de Centroamérica y se distribuye en climas cálidos. El chinine (*P. schiedeana*) es una especie semisilvestre y común en algunas regiones y mercados del sureste de México. Es posible que otras nueve especies de *Persea* que han sido descritas, con excepción de *P. schiedeana*, sean parte de la misma especie del aguacate común (Mhameed *et al.* 1997; Van der Werff 2002).

Estudios recientes confirman la existencia de las tres razas (Mhameed *et al.* 1997; Fiedler *et al.* 1998), aunque sugieren que su delimitación botánica no es tan clara como se había supuesto (Ashworth y Clegg 2003).

El algodón es un caso interesante y complicado, ya que pertenece a un género con cuatro especies útiles originarias de África, Asia, Mesoamérica y Sudamérica, con relaciones filogenéticas convergentes, pero domesticadas independientemente (Wendel y Cronn 2003). El algodón originario de México (*Gossypium hirsutum*) es la fibra textil más ampliamente utilizada en el mundo y aporta más de 95% de la producción mundial. La investigación genética con el algodón mexicano sugiere que fue domesticado en la Península de Yucatán, donde aún se encuentran poblaciones silvestres, pero con un linaje independiente en Centroamérica (Brubaker y Wendel 1994). Además, se han encontrado dos centros de diversificación para esta especie, uno en el sur de México y Guatemala, en donde aparentemente se originaron las variantes de las cuales se han derivado los cultivares comerciales de Estados Unidos (Brubaker y Wendel 1994), y el otro en el Caribe (Wendel *et al.* 1992). Por otro lado, las dos especies americanas cultivadas son alopoliploides; esto es, son el resultado del cruzamiento entre dos especies distintas y la duplicación del genoma de estos híbridos. Aparentemente estas especies aparecen en América en épocas geológicas distintas (Wendel y Cronn 2003). Uno de los progenitores está asociado al proceso de separación de América y África (hace unos 60 a 100 millones de años) y pertenece a un grupo genético común en el oeste de América, pero desconocido en el resto del mundo. El otro progenitor procede de una migración reciente, aparentemente por el Pacífico, y pertenece a un grupo genético cultivado en África y Asia. La cruza y duplicación genómica sucedió hace 1 a 1.2 millones de años y dejó descendientes en Hawái, otras islas del Pacífico y en las especies cultivadas de América (Wendel y Cronn 2003).

El cacao (*Theobroma cacao*) es un caso especial. Se sabe que el género tiene su mayor diversidad en Sudamérica y que su domesticación ocurrió en México. Convencionalmente se ha supuesto que el cacao se originó en la región amazónica de Sudamérica y que fue llevado a México en tiempos precolombinos. Hernández, en la *Historia natural de Nueva España*, describió cuatro variantes de cacao cultivadas en México en el siglo XVI, con usos medicinales y rituales (Dillinger *et al.* 2000), y nada similar es conocido para Sudamérica. Sin embargo, no se ha podido explicar por qué se introdujo ya que no hay evidencia del uso de la semilla en Sudamérica previo a su

**RECUADRO 18.1** PHASEOLUS EN MÉXICO

Alfonso Octavio Delgado Salinas

El género *Phaseolus* L., al que pertenece el frijol común, es originario del continente americano y se distribuye en el sureste de Canadá, este y suroeste de Estados Unidos, México, Centroamérica, Antillas y Sudamérica, principalmente en la región andina hasta el norte de Argentina. *Phaseolus* es parte de la económicamente importante subtribu Phaseolinae, de la familia Fabaceae, y es pariente cercano del género *Vigna*, también con especies agrícolamente importantes, como los frijoles adzuki y mungo de Asia y el cowpea africano.

*Phaseolus* es un género con nueve grupos filogenéticos dentro de una sola línea evolutiva general (Delgado-Salinas *et al.* 1999; Freytag y Debouck 2002). De las más de 60 especies silvestres del género *Phaseolus* (cuadro 1), en México se encuentran por lo menos cincuenta (83%), y de estas 34 son endémicas. Los estados con mayor riqueza de especies son Oaxaca y Jalisco. Sólo cinco de ellas cuentan con variantes domesticadas (cuadro 2), pero algunas de sus variantes silvestres y de otras especies silvestres son utilizadas por diferentes grupos étnicos (cuadro 3). Su valor nutritivo y agronómico es reconocido en todo el mundo. Los diferentes

cultivares tradicionales y fitotécnicos de estas cinco especies son producto del proceso de domesticación llevado a cabo desde hace más de 5 000 años por diferentes grupos humanos, habitantes tanto de la región mesoamericana como de la región andina en América del Sur. Es importante apuntar que México aún cuenta con variantes silvestres de cuatro de las cinco especies domesticadas.

Las especies de *Phaseolus* son herbáceas volubles y por lo general se encuentran creciendo en espacios abiertos, enredando sus tallos en las ramas de otras plantas o postradas sobre el suelo del bosque. Muchas especies son vistosas por sus inflorescencias, con numerosas flores de color violáceo, rosa, blanco o rojo. En México se encuentran en casi todos los tipos de vegetación, desde el nivel del mar hasta los 3 000 m de altitud. Sin embargo, es en los bosques tropicales subhúmedos y en los templados de pino, encino o mixtos de encino y pino donde son más frecuentes. La mayoría de ellas se desarrollan en suelos con buen drenaje, donde anclan sus raíces gruesas que les permiten vivir por varios años en asociación con bacterias fijadoras de nitrógeno y

**Cuadro 1** Especies del género *Phaseolus*

1. <i>P. acutifolius</i> * <sup>SC</sup>	14. <i>P. filiformis</i> *	27. <i>P. maculatus</i> *	40. <i>P. parvifolius</i> <sup>E</sup>	53. <i>P. sinuatus</i> **
2. <i>P. albescens</i> <sup>E</sup>	15. <i>P. glabellus</i> <sup>E</sup>	28. <i>P. macvaughii</i> <sup>E</sup>	41. <i>P. parvulus</i> *	54. <i>P. smilacifolius</i> **
3. <i>P. amblyosepalus</i> <sup>E</sup>	16. <i>P. grayanus</i> *	29. <i>P. marechalii</i> <sup>E</sup>	42. <i>P. pauciflorus</i> *	55. <i>P. sonorensis</i> <sup>E</sup>
4. <i>P. angustissimus</i> *	17. <i>P. hintonii</i> <sup>E</sup>	30. <i>P. micranthus</i> <sup>E</sup>	43. <i>P. pedicellatus</i> <sup>E</sup>	56. <i>P. talamancensis</i> **
5. <i>P. anisophyllus</i> <sup>E</sup>	18. <i>P. jaliscanus</i> <sup>E</sup>	31. <i>P. microcarpus</i> *	44. <i>P. perplexus</i> <sup>E</sup>	57. <i>P. tenellus</i> <sup>E</sup>
6. <i>P. augusti</i> **	19. <i>P. juquilensis</i> <sup>E</sup>	32. <i>P. mollis</i> **	45. <i>P. persistentes</i> **	58. <i>P. tuerckheimii</i> *
7. <i>P. campanulatus</i> <sup>E</sup>	20. <i>P. laxiflorus</i> <sup>E</sup>	33. <i>P. neglectus</i> <sup>E</sup>	46. <i>P. plagiocylis</i> <sup>E</sup>	59. <i>P. viridis</i> *
8. <i>P. chiapasanus</i> <sup>E</sup>	21. <i>P. leptophyllus</i> <sup>E</sup>	34. <i>P. nelsonii</i> <sup>E</sup>	47. <i>P. pluriflorus</i> <sup>E</sup>	60. <i>P. vulgaris</i> * <sup>SC</sup>
9. <i>P. coccineus</i> * <sup>SC</sup>	22. <i>P. leptostachyus</i> *	35. <i>P. nodosus</i> <sup>E</sup>	48. <i>P. polystachios</i> **	61. <i>P. xanthotrichus</i> *
10. <i>P. costaricensis</i> **	23. <i>P. lignosus</i> **	36. <i>P. novoleonensis</i> <sup>E</sup>	49. <i>P. reticulatus</i> <sup>E</sup>	62. <i>P. xolocotzii</i> <sup>E</sup>
11. <i>P. dasycarpus</i> <sup>E</sup>	24. <i>P. lunatus</i> * <sup>SC</sup>	37. <i>P. oaxacanus</i> <sup>E</sup>	50. <i>P. ritensis</i> *	63. <i>P. zimapanensis</i> <sup>E</sup>
12. <i>P. dumosus</i> * <sup>C</sup>	25. <i>P. macrolepis</i> **	38. <i>P. oligospermus</i> *	51. <i>P. rotundatus</i> <sup>E</sup>	
13. <i>P. esperanzae</i> <sup>E</sup>	26. <i>P. maculatifolius</i> <sup>E</sup>	39. <i>P. pachyrrhizoides</i> **	52. <i>P. salicifolius</i> <sup>E</sup>	

E: especie endémica de México.

SC: especie con variantes domesticadas y silvestres en México.

C: especie con variantes domesticadas, pero sin variantes silvestres en México.

\* Presente en México y otros países.

\*\* Ausente en México.

Fuente: Delgado *et al.* 1999; Freytag y Debouck 2002.



**Cuadro 2** Especies domesticadas del género *Phaseolus*

Especie	Variante silvestre conocida	Nombre común o local	Origen
<i>P. acutifolius</i>	Sí	Tépari y escumite	Noroccidente de México y suroeste de Estados Unidos
<i>P. coccineus</i>	Sí	Ayocote, patolas, tecomari y frijolón	México
<i>P. dumosus</i>	Sí	Gordo, acalete, ibes, cubá, frijol toda la vida, piloy, piloya, pilillo	Sur de México y Guatemala
<i>P. lunatus</i>	Sí	Frijol navajita, frijol lima, ib, ixtapacal, chilipuca, pallares y comba	Mesoamérica y la región Andina
<i>P. vulgaris</i>	Sí	Frijol, <i>garden bean</i> , <i>kidney bean</i> , ñunas y porotos	Mesoamérica y la región Andina

**Cuadro 3** Usos de las variantes de las especies silvestres y cultivadas de *Phaseolus*

Especie	Cultivada	Comestible	Forrajera	Medicinal	Otros usos
<i>P. acutifolius</i>	Sí	Semilla			
<i>P. coccineus</i>	Sí	Raíz, follaje, flor, fruto y semilla	Follaje y fruto	Raíz y hojas	Ornamental y mágico
<i>P. dumosus</i>	Sí	Fruto y semilla	Follaje y fruto		
<i>P. filiformis</i>	No		Follaje		
<i>P. glabellus</i>	No	Flor y semilla			
<i>P. leptostachyus</i>	No			Follaje	
<i>P. lunatus</i>	Sí	Semilla		Follaje	
<i>P. maculatus</i>	No	Semilla	Follaje	Raíz	
<i>P. ritensis</i>	No	Semilla	Follaje	Raíz	
<i>P. vulgaris</i>	Sí	Fruto y semilla	Follaje		Colorante

microsimbiontes de los géneros *Bradyrhizobium* y *Rhizobium*. Su follaje, flores y frutos son muy apreciados por diversos animales y esto las hace vulnerables en varias etapas de su vida. Sin embargo, estas plantas han desarrollado compuestos químicos secundarios que las protegen en buena parte. Muchas especies son polinizadas por abejas silvestres y algunas lo son por colibríes. Los frutos o vainas pueden contener desde una hasta cerca de 20 semillas, las cuales son comúnmente expulsadas a varios metros de distancia al separarse violentamente sus valvas elásticas. Mediante la domesticación han resultado plantas con frutos inmaduros (ejotes) y semillas (granos) de dimensiones más grandes.

Diferentes especies pueden habitar un mismo tipo de comunidad vegetal y la coincidencia de varias de ellas en determinado bosque, barranca o vertiente es frecuente. Esta concurrencia no solo propicia una competencia entre

congéneros por nutrientes y polinizadores, sino que crea las posibilidades de que varias especies de frijoles silvestres corran riesgos simultáneos ante disturbios naturales o provocados en una determinada región. Son muchas las especies que tienen distribución extensa y, en contraste, hay algunas que restringen su área a unas cuantas localidades; así, *Phaseolus marechalii* solo se ha recolectado en bosques perturbados del Eje Neovolcánico. Solo se conoce la extinción probable de una de ellas, *P. leptophyllus*, la cual fue vista por última vez en el siglo XVIII en las montañas que circundan Chilpancingo, Guerrero. La diversidad de las especies silvestres de *Phaseolus* es amenazada por la destrucción de sus hábitats, por la erosión del suelo que provoca decremento de su materia orgánica y de bacterias fijadoras de nitrógeno y microsimbiontes, así como por la destrucción de polinizadores potenciales y la presencia de plantas invasoras y plagas.

domesticación en México, y el uso de la pulpa del fruto es poco importante (Schultes 1984). Esto motivó que De la Cruz *et al.* (1995) y Whitkus *et al.* (1998) propusieran la existencia de poblaciones silvestres de cacao en Mesoamérica y Sudamérica, desconectadas en Panamá. Sin embargo, la evidencia molecular reciente apunta al origen Sudamericano e introducción a Mesoamérica (Motamayor *et al.* 2002). Así, es posible que con el cacao haya sucedido lo mismo que con otras especies de origen sudamericano pero con domesticación y diversificación mesoamericana; es decir, que solo con la motivación de una humanización incipiente (recolección o cultivo) fueran introducidas a Mesoamérica por ambas rutas litorales de intercambio o de la difusión cultural terrestre más lenta.

El jitomate (*Lycopersicon esculentum*), nombre indígena basado en el del tomate (*Physalis philadelphica*) con el prefijo náhuatl "ji" de rojo, pertenece a un género sudamericano, pero la evidencia histórica, lingüística, arqueológica y etnobotánica favorece la domesticación en México (Rick 1976). Posiblemente se dispersó en forma natural (Jenkins 1948) o cultural, pero para cuando arribaron los españoles ya existían variantes cultivadas de frutos grandes. El camote (*Ipomoea batatas*) tiene una historia similar; es nativo de América pero en este caso aparentemente tuvo dos centros de domesticación independientes, uno en México y el otro en Sudamérica (Zhang *et al.* 2000). Se cree que la papaya (*Carica papaya*) es de Mesoamérica y las Antillas, pero aún no se ha establecido dónde fue domesticada y en Sudamérica se encuentran la mayor parte de sus congéneres (Jobin-Decor *et al.* 1997; Aradhya *et al.* 1999).

Son tantas las plantas domesticadas en México que baste lo anterior como ejemplo de la complejidad de historias, diversidad y relaciones entre especies de algunos casos importantes y estudiados.

Como se ha señalado, sólo había dos especies animales domesticadas en México cuando llegaron los españoles: el guajolote o pavo (*Meleagris gallopavo*) y el perro (*Canis lupus familiaris*). Hoy sabemos que los perros fueron introducidos por los primeros pobladores, por lo que se tratarán en otro apartado. Aún no se ha establecido con precisión dónde y cuándo fueron domesticados los guajolotes. Sin embargo se cree que el guajolote fue domesticado hace unos 2 000 años (Price 2002). La distribución actual de los pavos silvestres ocurre en el noreste y noroeste de México y en el este de Estados Unidos, y se han descrito seis subespecies definidas por el color y el patrón de colores (Mock *et al.* 2002; Price 2002). Se cree que las variantes domesticadas en México proceden de la

subespecie *M. gallopavo gallopavo*. En el suroeste de Estados Unidos desde épocas precolombinas se criaban dos variantes de pavos distintas a las mexicanas, las cuales aparentemente se originaron en forma independiente de la domesticación mexicana aunque fueron contemporáneas (Crawford 1992). Se ha propuesto que el pavo fue domesticado inicialmente por motivos religiosos (Price 1984; Valadez A. 1996).

## 18.5 GRADIENTE DE DOMESTICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD HUMANIZADA

Hace algunas décadas el énfasis en el estudio de las especies humanizadas se ponía en establecer los centros de origen de las especies domesticadas, en particular de las plantas. Se consideraba que las especies que no se cultivaban ni presentaban signos de domesticación eran simplemente silvestres, aunque se reconociera que algunas han sido recolectadas en forma recurrente y las características de sus poblaciones fueran anormales desde el punto de vista de especies silvestres. La biodiversidad humanizada puede ser mejor descrita a partir de un concepto de gradiente de humanización, en el cual, como situaciones extremas, algunas especies son exclusivamente producidas y otras sólo son ocasionalmente recolectadas. No todas las especies humanizadas han sido domesticadas y en muchos casos se ha preferido mantenerlas en condiciones silvestres y seguirlas recolectando en lugar de tenerlas bajo cultivo. Muchas especies siguen siendo recolectadas en sus ambientes naturales, otras se recolectan después de haber sido favorecidas o auspiciadas en ambientes muy humanizados, como los campos de cultivo, y otras más son enriquecidas o incrementadas sin ser propiamente cultivadas. Ejemplos de lo anterior se encuentran en las cactáceas, entre las cuales muchas tunas, xoconostles (Colunga-GarcíaMarín *et al.* 1996) y pitayas (Casas *et al.* 1999; Arellano y Casas 2003) son solo recolectadas, otras favorecidas o incrementadas y otras más se encuentran bajo cultivo o han sido domesticadas (véase recuadro 18.2). Los quelites, brotes tiernos de muchas especies de diversos géneros y ampliamente consumidos desde tiempos prehispánicos y hasta nuestros días, son otro ejemplo notable de este gradiente de humanización, al igual que los magueyes (Colunga-GarcíaMarín *et al.* 1996) y otras especies.

Aunque el número de especies animales domesticadas en México es pequeño, el de humanizadas en distinto grado es abundante. Para subsistir se procura lo espontá-

neo o silvestre y se produce lo que se cultiva o cría. La cacería es la procuración de animales grandes, acuáticos y terrestres, y la recolección es la procuración de materiales vegetales. La cacería de peces, mamíferos, aves y reptiles pequeños, así como de insectos es muy similar a la recolección, pues su propósito es reunir pequeñas porciones dispersas. Además, algunos insectos fueron criados y al menos parcialmente domesticados, como las abejas sin aguijón y la cochinilla del nopal.

Se sabe que los antiguos pobladores de México ingerían insectos como alimento; incluso, entre los tributos para Moctezuma se encontraban los escamoles, conformados por huevos, larvas y pupas de las castas reproductoras de hormigas del género *Liometopum* (Ramos-Elorduy y Pino-Moreno 1989). Otros insectos comestibles ampliamente apreciados, y en algunos casos comercializados, son el gusano blanco y rojo del maguey (*Aegiale*

*hesperiaris* y *Comadia redtenbacheri*, respectivamente), varios chapulines (especies de *Sphenarium* y *Melanoplus*), los jumiles (*Euchistus* spp.) y las hormigas chicatanas (*Atta* spp.). Se han registrado más de 70 especies de insectos que se consumen como alimento humano pertenecientes a ocho órdenes y 28 familias; tan solo de chapulines se han registrado 27 especies comestibles (Ramos-Elorduy y Pino-Moreno 1989). Para la mayoría de estos insectos es difícil hablar de domesticación ya que básicamente son recolectados, pero en los casos de los escamoles, gusanos de maguey, el gusano del madroño (*Eucheira socialis*), la cochinilla o grana del nopal (*Dactylopius coccus*) y las abejas de miel nativas de México (*Melipona beecheii* y otras especies) la relación con los humanos ha sido más estrecha y podrían ser considerados como de domesticación incipiente. El uso de insectos como alimento sigue siendo mucho más común entre los indígenas

#### RECUADRO 18.2 GRADIENTE DE DOMESTICACIÓN DE *OPUNTIA* EN LA ALTIPLANICIE MERIDIONAL

Juan Antonio Reyes-Agüero

La Altiplanicie Meridional, en el centro norte de México, es una de las regiones más importantes en relación con *Opuntia*; en ella se encuentra 35% de las 83 especies silvestres de nopal que existen en México y la mitad de ellas es endémica de esa región. Además, allí están las extensiones más grandes de matorrales crasicuales de *Opuntia*, mejor conocidas como nopaleras y, a la vez, en dicha región se localiza la mayor cantidad de cultivares del género, principalmente en los solares de las casas campesinas, así como las mayores extensiones de plantaciones comerciales (Bravo Hollis 1978; Reyes-Agüero *et al.* 2005a). En el sur de la Altiplanicie, *Opuntia* fue importante para las culturas indígenas desde la etapa preagrícola, lo cual culminó con la especie más ampliamente domesticada, *O. ficus-indica*. Se ha postulado que el grupo étnico indígena otomí ha jugado un papel de primer orden, tanto en la domesticación como en la dispersión de las variantes de *Opuntia* en diversos lugares de la Altiplanicie Meridional (Bravo Hollis 1978; Reyes-Agüero *et al.* 2005a; Reyes-Agüero *et al.* 2005b). Por otra parte, en el norte de la Altiplanicie se desconocen evidencias de domesticación prehispánica de alguna especie de *Opuntia*; sin embargo, la recolección de tunas y nopalitos era una actividad cotidiana entre los chichimecas, habitantes de dicha región en el momento de la invasión europea. La recolección de tunas y nopalitos continuó con los colonizadores indígenas y

españoles y los grupos mestizos que han habitado la región en los últimos 400 años. La recolección continua y sistemática de los nopales favoreció que algunas plantas de *Opuntia* con características excepcionales fueran sometidas a diferentes grados de tolerancia, auspicio o cultivo, y que comenzaran a ser llevadas al ambiente doméstico, en particular al solar (Colunga-GarcíaMarín *et al.* 1986). En los solares los clones de nopal han recibido las condiciones necesarias para su persistencia, y en estas especies se ha concentrado el esfuerzo de generaciones de recolectores por acopiar lo más útil de la diversidad genética del nopal en sus respectivos territorios de recolecta y de cientos de años de cuidados para preservarlos. Parte del producto de la relación de los humanos con los nopales son las entre 126 y 243 variantes de *Opuntia* nombradas y apreciadas por los recolectores y cultivadores de nopal (Reyes-Agüero *et al.* 2005a). Hasta la mitad del siglo pasado, la producción de los solares satisfizo el autoconsumo y la demanda regional de tuna y nopalito, pero en años posteriores esta demanda se convirtió en nacional, e incluso internacional. De las nopaleras de solar se derivaron unas diez variantes, las cuales pueden ser consideradas como cultivares tradicionales y han sido la base de aproximadamente 66 000 hectáreas de plantaciones comerciales de nopal tunero, y de más de 25 000 hectáreas para la producción de nopalito en el territorio nacional. Además, los solares aún contienen la

**RECUADRO 18.2** [concluye]

reserva de variantes disponible para satisfacer posibles demandas de nuevos mercados.

Inicialmente, solo se reconoció la domesticación en *O. ficus-indica* y se especulaba sobre sus ancestros putativos (Britton y Rose 1919). Luego, Bravo (1978) postuló que otras cuatro variantes de *Opuntia* eran de origen humano; esta lista posteriormente aumentó con las variantes de otras 23 especies (Reyes-Agüero *et al.* 2005a). La cantidad de cultivares tradicionales derivada de estas especies varía entre 126 y 243 (Reyes-Agüero *et al.* 2005a). En efecto, *Opuntia ficus-indica* es la especie con el mayor grado de domesticación, y se cultiva tanto por su fruto como para nopalito. *Opuntia ficus-indica* comparte características del síndrome de domesticación con otras especies, como se aprecia en el cuadro 1, pero presenta otros atributos exclusivos. En las variantes más humanizadas se destaca el predominio de frutos de color verde claro sobre los amarillo-castaño y rojo-púrpura; en cambio, en las nopaleras espontáneas y en las variantes de solares predominan los frutos rojos y rojos-púrpura (Reyes-Agüero *et al.* 2005b).

En *Opuntia*, el gradiente de domesticación inicia con variantes de solares pertenecientes a especies dominantes de la mayor parte de las nopaleras silvestres de la Altiplanicie (cuadro 1); continúa en la parte intermedia con variantes de

*O. megacantha* y *O. chavena*, y termina con variantes de las dos especies que han sido consideradas con el mayor grado de domesticación: *O. ficus-indica* y *O. albicarpa*. Incluso, de la primera se desconocen poblaciones silvestres (Reyes-Agüero *et al.* 2004).

En este gradiente es notoria la abundancia de variantes de especies de la serie *Streptacanthae*. Lo anterior concuerda con el papel relevante que se ha postulado para *O. streptacantha* en la evolución cultural del género. En efecto, esta especie se distribuye ampliamente en la Altiplanicie Meridional y se encuentra desde el sur de la Altiplanicie Septentrional y las estribaciones del Eje Neovolcánico Transversal hasta las laderas de la Sierra Madre de Oaxaca (Bravo Hollis 1978). Así, esta especie ha estado en contacto con varios grupos humanos, tanto nómadas como sedentarios, para quienes ha sido un recurso espontáneo significativo. Su distribución tan amplia explica que *O. streptacantha* sea muy variable morfológicamente, lo cual a su vez pudo facilitar su selección artificial. Así, probablemente la selección cultural en la serie comenzó con *O. streptacantha*, posteriormente se amplió a poblaciones de especies más localizadas, como *O. hyptiacantha* y *O. megacantha*, para luego concentrarse en variantes con frutos grandes, asociadas ancestralmente con *O. albicarpa* y con *O. ficus-indica*.

**Cuadro 1** Gradiente de domesticación de *Opuntia* asociado al primer eje de ordenación multivariable de 234 variantes de la Altiplanicie Meridional de México

Segmento del eje de ordenación	Domesticación	Especies de <i>Opuntia</i>	Atributos
1	Avanzada	<i>O. ficus-indica</i> y <i>O. albicarpa</i>	Cladodio grande, pocas hileras y baja densidad de aréolas, espinas cortas y difusas. Fruto grande y pesado con densidad baja de aréolas, pulpa dulce, semilla abundante y larga y un tercio abortiva
2		<i>O. ficus-indica</i> , <i>O. albicarpa</i> y <i>O. megacantha</i>	Intermedios y afines al segmento 1
3	Intermedia	<i>O. megacantha</i> , <i>O. albicarpa</i> y <i>O. hyptiacantha</i>	Intermedios
4		<i>O. streptacantha</i> , <i>O. hyptiacantha</i> , <i>O. chavena</i> y <i>O. megacantha</i>	Intermedio y afines al segmento 5
5	Incipiente	<i>O. streptacantha</i> , <i>O. hyptiacantha</i> , <i>O. joconostle</i> y <i>O. leucotricha</i>	Cladodio pequeño, muchas hileras y alta densidad de aréolas, todas las aréolas con espinas largas y erectas. Fruto pequeño, liviano, con aréolas densas, cáscara delgada, pulpa roja y poco dulce, semilla normal corta y escasa

Fuente: Reyes-Agüero *et al.* 2005a.

mexicanos que entre la población mestiza, posiblemente por prejuicios negativos sobre su consumo (Ramos-Elorduy y Pino-Moreno 1989).

La abeja melipona, o abeja sin aguijón, es uno de los casos más cercanos a un insecto domesticado en México. Desde la época prehispánica esta abeja tuvo gran importancia ya que de ellas se obtenía el único tipo de miel disponible, con la cual se hacía una bebida ritual. Se sabe que los mayas y totonacos criaban estas abejas, pero también esto sucedía en otras tierras tropicales en Centroamérica y particularmente en Brasil. La melipona más común en Yucatán y Chiapas es la xunan kab, abeja real o de monte (*Melipona beecheii*); entre los totonacos se criaban especies de trigonas, particularmente *Scaptotrigona mexicana*, conocida como pizil necmej o congo (Guzmán-Díaz *et al.* 2004). Otras especies que también han sido criadas son la abeja real roja, *M. solani*, la alazana, *S. pectoralis*, la doncellita o mechita, *Tetragonisca angustula*, y la doncellita prieta, *Nannotrigona perilampoides*. Otras especies que también brindan miel son difíciles de criar por sus hábitos de nidificación o por sus picaduras con sustancias cáusticas que causan ampulas. En total se conocen más de 40 especies de Mesoamérica. Se ha señalado que el número de colonias bajo cría de la abeja real ha disminuido grandemente en la Península de Yucatán y que esta actividad se encuentra en peligro de extinción (Villanueva *et al.* 2005). No se debe confundir estas abejas con las abejas europeas (*Apis mellifera*), productoras de la miel comercial.

## 18.6 DIVERSIDAD EN LAS ESPECIES HUMANIZADAS

Al examinar la biodiversidad humanizada es importante considerar la variación dentro de las especies. Es común que las especies domesticadas muestren grandes diferencias en los órganos y atributos de interés humano, y que este interés sea distinto entre cultivos. Por ejemplo, en los maíces se tienen diferencias en tamaño y forma de la mazorca, así como en el tamaño, forma, color, composición y dureza del grano. Hay mazorcas que miden desde unos 8 cm hasta más de 35 cm de largo, con granos puntiagudos, redondeados o aplanados, de colores blanco, crema, amarillo, anaranjado, rojo, castaño, morado, azul y algunos casi negros; incluso los hay con rayas rojas en fondo blanco, y harinosos, vítreos o cerosos. Además, la variación en las condiciones ambientales que se requieren para producir maíz es enorme; hay variantes para condi-

ciones desde el nivel del mar hasta para más de 2 500 m de altitud, y para desde unos 400 mm de precipitación anual hasta las que son cultivadas en más de 2 000 mm. Existen maíces que producen elote en menos de 50 días y otros que tardan más de 250 en madurar. Actualmente se considera que en México existen cerca de 60 razas de maíz (Sánchez G. *et al.* 2000), cada una con variantes en color de grano y otras características como las descritas. México es el centro de origen del maíz, pero es solo uno de sus centros de diversificación; en Sudamérica se registra también gran variación en sus maíces (Ramírez E. *et al.* 1960; Grobman *et al.* 1961) y los que se introdujeron en Europa, Asia y África también presentan variación expresada en variantes distintas a las mexicanas (Kuleshov 1954; Brandolini 1970). Aunque el maíz es posiblemente una de las plantas con mayor riqueza de variantes, las otras especies domesticadas en México también presentan gran variación genética. Así, en la semilla de frijol común encontramos coloración castaña, negra, blanca, rojiza, amarilla, pinta, variegada y otras, con variación en el tamaño y en su forma: desde aplanada a cilíndrica y de alargada a arriñonada. Los chiles son prototípicos en su variación, la mayor parte de la cual ocurre en una sola especie, *C. annum*, con variantes de frutos pequeños redondos (0.5 cm) muy pungentes que se encuentran silvestres en todo México, hasta cultivares tradicionales con grandes frutos puntiagudos o achatados de hasta 20 cm, con variantes dulces o pungentes que maduran en color amarillo, rojo y hasta negro. En el cuadro 18.2 se muestran los nombres comunes de los chiles reconocidos en el Sistema de Clasificación Industrial de Norteamérica; así, es fácil imaginar cuántas variantes más se encuentran en México sin ser reconocidas formalmente. Algo similar podemos decir de las calabazas, tomates, aguacates, zapotes (*Casimiroa*, *Diospyros*, *Manilkara* y *Pouteria*) y otras especies de México.

Es importante resaltar que la variación genética de las especies humanizadas no se limita a la observable en características de las semillas, frutos y otras partes de interés. Posiblemente la variación genética más importante es aquella asociada a las capacidades de estas plantas y animales para tolerar condiciones ambientales desfavorables. Por ejemplo, los suelos muchas veces presentan carencia de nutrimentos o exceso de sales que impiden o limitan el crecimiento. En algunas especies existe variación genética que confiere mejor tolerancia a condiciones de este tipo. De manera similar, encontramos variantes de cultivos con composición genética que les permite resistir o tolerar ataques de insectos o enfermedades, con lo cual se



**Cuadro 18.2** Chiles reconocidos en el Sistema de Clasificación Industrial de Norteamérica

acorchado	catarina	de agua	huasteco	paprika	serrano yucateco
altamira	cayena	de árbol	húngaro	pasilla oaxaqueño	serrano
amarillento	chilaca	de cera	jalapeño chico	pasilla	soledad
amarillo	chilhuacle amarillo	de monte	jalapeño largo	perón	tabaquero
anaheim	chilhuacle negro	de onza	lengua de pájaro	pico de pájaro	tabasquero
ancho mulato	chilhuacle rojo	dulce rojo	magdalena	pico de pato	tampico
ancho rojo	chipotle mora	dulce verde	manzano	pimiento chocolate	tornachile
balín	chipotle	earl	meco	pinalteco	tres lomos
bola	chocolate	gordo jalapeño	miahuateco	piquín	tusta
california	ciruelo	gordo	miracielo	poblano	xcatic
caloro	cobanero	grande	mirasol largo	prieto	chillillo
cambray	cola de rata	guajillo no picante	mirasol	puya	chiltepín
canario	colegio	guajillo picante	mora	rayado	pimiento morrón amarillo
cardel	colorado	guajillo puya	morita	rojo	pimiento morrón rojo
caribe	cora	guajillo	morrón	San Luis Potosí	pimiento morrón
caribeño rojo	costeño	güero largo	mulato	santa fe	
carricillo	crystal	güero	negro	serrano oaxaqueño	
cascabel	cuaresmeño	habanero	pánuco	serrano veracruzano	

Basado en INEGI 2002.

### RECUADRO 18.3 CONSERVACIÓN DE LOS TEOCINTES MEXICANOS

José de Jesús Sánchez González

Desde el punto de vista evolutivo, el maíz es considerado como el descendiente domesticado de una especie tropical de teocinte. En efecto, diversos estudios basados en análisis de ADN (Matsuoka *et al.* 2002; Doebley 2004) respaldan que *Zea mays* subsp. *parviglumis* es el progenitor del maíz. La distribución del teocinte está restringida a zonas tropicales y subtropicales de México y Centroamérica, y sus diferentes especies y poblaciones muestran una gran diversidad genética y fenotípica (Sánchez G. *et al.* 1998). Los parientes silvestres del maíz, conocidos colectivamente como teocinte, están representados por especies anuales y perennes, diploides y tetraploides, las cuales generalmente se presentan como poblaciones aisladas en superficies desde una hectárea hasta varios kilómetros cuadrados. Wilkes (1967) describió cuatro razas de teocinte para México (Nabogame, Mesa Central, Chalco y Balsas) y dos para Guatemala (Guatemala y Huehuetenango), y Doebley (1990) dividió el género *Zea* en dos secciones (cuadro 1).

Con base en los antecedentes en la literatura y su comparación con lo observado en años recientes (Sánchez G. y Ordaz S. 1987; Sánchez G. *et al.* 1998), se puede mencionar lo siguiente sobre el estado de las poblaciones de teocinte en México:

- Las poblaciones de Nabogame no han sufrido modificaciones aparentes, por lo que pueden considerarse estables. Sin embargo, en los valles de Nabogame y de

Guadiana, en Durango, la agricultura intensiva, la explotación forestal y la apertura de vías de comunicación ponen en riesgo la estabilidad de estas poblaciones.

- En el Valle de México las poblaciones de la raza Chalco pueden considerarse estables. Algunas poblaciones “típicas”, como las de Los Reyes La Paz, del Distrito Federal, de Chalco y Amecameca han desaparecido debido al crecimiento urbano. En contraparte, varios agricultores han mencionado la aparición reciente de este teocinte en parcelas cercanas a las ciudades de Puebla y Toluca.
- Las poblaciones de la raza Mesa Central se encuentran en una situación contrastante, con cierto grado de vulnerabilidad. De acuerdo con Wilkes (1988), esta raza llegó a cubrir miles de kilómetros cuadrados en forma continua, pero en la actualidad solo se encuentra en sitios aislados, en superficies no mayores de 10 hectáreas. En lugares como Yuriria y Pátzcuaro, en Michoacán, solo se han encontrado unas cuantas plantas, mientras que en las décadas de los sesenta y setenta era muy fácil obtener grandes cantidades de semilla. La ausencia de plantas de teocinte parece estar fuertemente asociada con el abandono del cultivo de maíz. El caso opuesto ocurre en lugares como Churintzio y El Salitre, Michoacán, y en San Jerónimo, Jalisco, donde las poblaciones de teocinte son de mayor tamaño o han aparecido en mayor número de parcelas en los últimos 15 años.

reduce o evita la utilización de insecticidas y otros productos químicos. Esta diversidad genética que permite la existencia de variantes con producción satisfactoria en medios difíciles representa un enorme valor, presente y futuro, para los agricultores y para el ambiente.

Otro aspecto importante asociado a las especies humanizadas es que aún persisten parientes silvestres para muchas de las especies que fueron domesticadas en México. Cuando ciertas variantes tienen contacto humano continuo pueden experimentar un proceso de cambio genético (domesticación) que finalmente las separa de las variantes silvestres de la misma especie. Las variantes silvestres muchas veces pueden parecer muy diferentes de las cultivadas; sin embargo, generalmente conservan la posibilidad de cruzarse entre sí aunque en algunas especies se presentan limitantes y se ha encontrado que en frijol el flujo genético es mayor de las formas domesticadas a las

silvestres que en sentido inverso (Papa y Gepts 2003). En el caso de México se conocen las variantes silvestres del maíz, conocidas como teocinte, las cuales se clasifican como subspecies de la misma especie del maíz (véase recuadro 18.3). No es poco común que en los campos de maíz con presencia de teocinte se encuentren híbridos en el maíz (Wilkes 1977), si bien existen mecanismos genéticos que limitan la polinización recíproca hacia el teocinte (Evans y Kermicle 2001). También se conocen algunas de las variantes silvestres de frijol (véase recuadro 18.1) y calabaza de las cuales se derivaron algunas de las variantes domesticadas. En estos casos se ha documentado que donde coexisten las variantes silvestres con las domesticadas es posible encontrar evidencia de flujo genético entre ellas (Montes-Hernández y Eguiarte 2002; Papa y Gepts 2003; Martínez-Castillo *et al.* 2007). La semilla resultante de algunas de estas cruces, si es sembrada en

- Las poblaciones de teocinte en la Cuenca del Balsas se han reducido pero conservan rodales importantes. Las poblaciones de la raza Balsas fueron las mayores de México (Wilkes 1988), abarcando miles de kilómetros cuadrados en áreas montañosas. Aún se pueden observar poblaciones naturales de gran tamaño, especialmente en los estados de Guerrero, Michoacán y México, pero la mayoría de ellas se han fragmentado y los rodales actuales no exceden los 10 km<sup>2</sup>. Aparentemente, el establecimiento de praderas con zacates es uno de los factores de esta fragmentación,

lo cual es más evidente en los estados de Oaxaca, Guerrero, Jalisco, México y Nayarit.

En México se conservan recolectas de semilla de teocinte en tres bancos de germoplasma: el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, con aproximadamente 250 muestras; la Universidad de Guadalajara, con 136 muestras, y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, con cerca de 160 muestras de México y Guatemala.

**Cuadro 1** Especies, subspecies y razas, y distribución por sección del género *Zea*

Especies y subspecies	Razas	Distribución
<b>SECCIÓN LUXURIANS</b>		
<i>Z. luxurians</i>		Guatemala
<i>Z. nicaraguensis</i>		Nicaragua
<i>Z. perennis</i>		Jalisco, en particular Manantlán
<i>Z. diploperennis</i>		Jalisco, en particular Manantlán
<b>SECCIÓN ZEA</b>		
	Chalco	Estado de México, Puebla y D.F.
<i>Z. mays</i> subsp. <i>mexicana</i>	Mesa Central	Durango, Jalisco y Michoacán
	Nabogame	Nabogame (Chihuahua)
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i>	Balsas	Guerrero, Michoacán, Jalisco, Morelos y Oaxaca
<i>Zea mays</i> subsp. <i>huehuetenangensis</i>	Huehuetenango	Guatemala
<i>Z. mays</i> subsp. <i>mays</i>		Domesticado

años siguientes, puede dar oportunidad de cruzamientos con las variantes domesticadas y en ocasiones los híbridos originales pueden llegar a ser básicamente iguales a las variantes domesticadas, pero con algunos pocos genes que provienen de las silvestres. Si bien no se ha demostrado que esta infiltración genética de las variantes silvestres haya beneficiado a las variantes domesticadas, y es común que los agricultores eliminen los híbridos que se encuentran en las poblaciones domesticadas (Montes-Hernández *et al.* 2005; Zizumbo-Villarreal *et al.* 2005), como forma de mejoramiento es relevante, pues es común que las variantes silvestres sean más resistentes a insectos, enfermedades y otras condiciones ambientales desfavorables, que las domesticadas. Así, es importante el mantenimiento de los cultivares tradicionales, muchos de los cuales presentan características de adaptación y culinarias especiales y persisten en manos de agricultores, pero también el cuidado de la biodiversidad domesticada debe incluir las variantes silvestres de las que se derivó.

Algo similar puede decirse de las razas criollas de animales domésticos. Después de su introducción en el siglo xvi, los descendientes de estos animales comenzaron un proceso de cambio en su constitución genética para adaptarse a las distintas condiciones ecológicas y culturales de sus nuevos ambientes. Las numerosas razas criollas existentes a principios del siglo xx resultaron de unos 500 años de evolución bajo un nuevo ambiente de domesticación. La adaptación superior al estrés calórico de los bovinos criollos latinoamericanos ha sido estudiada para los sistemas de producción animal en las tierras tropicales (Tewolde 1997). Se ha afirmado también que la leche del ganado conocido como “criollo lechero tropical” rinde más en la producción del dulce de leche mexicano llamado “chongos”, y que la industria del yoghurt está dispuesta a pagar más por su leche que por la de hatos de origen europeo (De Alba 1997). También ha sido descrito el bovino criollo de la mixteca, presente en Oaxaca, Puebla y Guerrero, con gran resistencia física, adaptabilidad y cuernos de tamaño y forma apropiados para el rodeo deportivo de Estados Unidos, lo que ha despertado gran interés para exportarlos para esta actividad recreativa (Méndez-Mendoza *et al.* 2002). De igual forma, una buena parte del ganado caprino, ovino y equino mexicano sigue siendo criollo (Medrano 2000). Aunque ha sido difícil estudiar sistemáticamente el ganado criollo (De Alba 1997) y en el último siglo de manera oficial solo –erróneamente– se ha promovido su encaste con ganado importado, el potencial del ganado criollo debe ser valorado y requiere atención y conservación.

## 18.7 DISPERSIÓN DE LA BIODIVERSIDAD HUMANIZADA

La dispersión de especies de importancia económica ha sido una constante a lo largo de la historia en todo el mundo. Como ya ha sido mencionado, existen evidencias de que algunas especies domesticadas en México se originaron y comenzaron su humanización en Sudamérica. Otras especies ya habían sido domesticadas en esa parte del continente antes de su introducción en tiempos prehispánicos a México. Sin embargo, aunque no hay duda de que hubo dispersiones de especies útiles antes de la conquista, la evidencia no es concluyente en muchas especies. Después de la llegada de los españoles el intercambio de especies fue muy intenso, y muchas especies mexicanas fueron llevadas a Europa y otras se trajeron de Europa y Asia. Aquí se revisará sólo la dispersión de especies ya domesticadas.

El perro es la única especie animal domesticada que se encontraba distribuida en Eurasia y América antes del siglo xv. Se ha supuesto que los perros americanos fueron domesticados de los lobos, dado que la evidencia arqueológica de humanos en América data de 12 000 a 14 000 años a.p. y antecede a la de los perros, con registros de 9 000 a 10 000 años a.p. Sin embargo, se sabe que los perros fueron derivados del lobo gris y que todos son de origen asiático (Savolainen *et al.* 2002). En efecto, se ha demostrado que los perros americanos arqueológicos y existentes actualmente, en particular el xoloitzcuintli o perro pelón mexicano, tienen su origen en los lobos grises asiáticos y no en los lobos americanos (Vilà *et al.* 1997; Vilà *et al.* 1999). Aparentemente, los perros introducidos no se cruzaron (o muy poco) con los lobos americanos, lo cual sí es relativamente común en Europa (Vilà *et al.* 1997). Sin embargo, existen descripciones de ejemplares arqueológicos con caracteres de perros y lobos, que aparentemente tenían un significado religioso especial, relacionado con el ciclo diario del Sol; un ejemplar de este tipo fue encontrado como ofrenda junto a la Coyolxauhqui en el Centro Histórico de la ciudad de México (Valadez A. *et al.* 2001). Así, todo indica que los primeros pobladores de América trajeron consigo perros domesticados como un elemento de su cultura (Vilà *et al.* 1997). Una vez que llegaron los europeos a América los perros locales fueron reemplazados extensamente por las nuevas introducciones, ya sea cruzándose hasta desaparecer o siendo eliminados como parte del reemplazo de las tradiciones nativas. Aparentemente por su valor religioso, los xoloitzcuintli fueron ocultados y se evitó que los que

sobrevivieron se cruzaran con los perros introducidos (Valadez A. 1995; Vilà *et al.* 1997). Los estudios genéticos del xoloitzcuintli indican que la población fundadora de los perros criollos fue grande y genéticamente diversa. Es posible que hubiera cuando menos cuatro razas de perros en tiempos prehispánicos y posiblemente cruza entre perros y lobos (Valadez A. 1995; Valadez A. *et al.* 2001). Además del xoloitzcuintle, se ha caracterizado el tlalchichi o perro de patas cortas, el perro maya conocido como malix o callejero en Yucatán y el itzcuintli o perro “común” mesoamericano; algunas de estas razas persisten en México (Valadez A. 1995; Valadez A. *et al.* 1999).

Junto con el perro, los primeros pobladores trajeron consigo el bule o guaje (*Lagenaria siceraria*) cuando migraron a América (Erickson *et al.* 2005). El bule es la única especie vegetal domesticada que se cultivaba en el Viejo y el Nuevo Mundos antes del descubrimiento de América. Esta especie es nativa de África y ya se encontraba en Asia hace unos 8 000 a 9 000 años. Por mucho tiempo se pensó que posiblemente su dispersión de África a América se había dado mediante frutos que llegaron flotando por el mar. Sin embargo, al comparar genéticamente restos arqueológicos americanos con ejemplares africanos y asiáticos se ha determinado que el origen del bule americano es asiático (Erickson *et al.* 2005).

Otro caso interesante es el cocotero (*Cocos nucifera*), especie monotípica muy importante pero ausente en México en tiempos prehispánicos. El análisis filogenético y fitogeográfico de la tribu Cocoeae indica el origen biológico del cocotero en Sudamérica y su dispersión marina eocénica a África y Asia (Gunn 2004). Así, la domesticación del cocotero probablemente ocurrió en Melanesia, de donde se dispersó hasta tener una distribución pantropical. El cocotero ya se encontraba en la costa oeste de Costa Rica, Panamá y Colombia antes del siglo XVI, aunque espontáneo. En el siglo XVI el cocotero fue introducido por los españoles de Panamá a la costa del Pacífico de México y de las Islas Cabo Verde a la costa del Golfo; posteriormente se hicieron otras introducciones de las Islas Salomón y de Filipinas (Zizumbo-Villarreal 1996).

Existe un conjunto de especies que ya estaban domesticadas cuando por difusión cultural se introdujeron a México antes de la conquista (Heiser 1965). Posiblemente el caso más claro es el de la yuca o casava (*Manihot esculenta*). La yuca se cultivaba en México antes del siglo XVI y se ha documentado su presencia hacia 4 600 años a.p. en la costa de Tabasco (Pope *et al.* 2001). Aunque se ha propuesto que la especie tuvo dos centros de domesticación, uno en Mesoamérica y otro en Brasil (Renvoize 1972),

actualmente se tiende a aceptar sólo el centro sudamericano por la presencia en esa región de variantes silvestres emparentadas y la mayor diversidad específica y genética (Roa *et al.* 1997; Olsen y Schaal 1999). También hay especies silvestres del género en México y una de ellas es particularmente similar en su morfología a la yuca domesticada, pero es distante desde el punto de vista genético (Allem 2002). Por otro lado, en Sudamérica se encuentran variantes domesticadas amargas y dulces cuando en México solo existen dulces. Es posible que esta especie haya sido introducida cuando en México ya se contaba con otras especies domesticadas, pues la yuca nunca ha sido muy importante en este país, quizá por la presencia dominante del maíz como principal fuente de carbohidratos. La piña y el achiote son casos complicados y aún no completamente resueltos. El centro de diversidad de la piña es Guyana y Brasil (Duval *et al.* 2001), pero hay evidencia de presencia prehispánica en México y en las Antillas, donde fue encontrada por Colón. No se cuenta con evidencia arqueológica o botánica de piñas en México (Ford 1984). El achiote (*Bixa orellana*) se utiliza de manera tradicional en México, incluyendo descripciones de uso prehispánico en una bebida con cacao, pero es un género nativo de Brasil donde además de condimento ha sido utilizado como tinte corporal (Ford 1984).

Un posible caso de dispersión y retorno prehispánicos, con efectos positivos en la diversidad local, lo presenta el maíz. Aunque originario de México, el maíz era común en Sudamérica en tiempos prehispánicos donde, como reacción a patrones de selección cultural diferentes, se diversificó en un conjunto de razas distintas a las mexicanas (Ramírez *et al.* 1960; Grant *et al.* 1963). Incluso, razas de maíz mexicanas descritas a mediados del siglo XX fueron aparentemente introducidas de Sudamérica antes de la llegada de los españoles (Wellhausen *et al.* 1951). Este parece ser el caso del cacahuacintle, raza aún presente en los estados de México, Tlaxcala y Puebla. El cacahuacintle es prácticamente idéntico al sabor de Guatemala y este a su vez a ciertas razas de Colombia, donde los maíces de grano grande y harinoso tienen su centro de diversidad (Wellhausen *et al.* 1951). Además, es posible que la raza cónico, predominante en el altiplano central, haya resultado de hibridaciones del cacahuacintle con palomero toluqueño, una raza indígena antigua de México (Wellhausen *et al.* 1951). El maíz de la raza harinoso de ocho, del occidente de México, el ototón, común en Los Altos de Chiapas, y el maíz dulce también parecen tener orígenes sudamericanos. Así, es posible que maíces mexicanos se introdujeran a Sudamérica, donde

se diversificaron y retornaron a México como nuevas razas que incrementaron la diversidad local, promoviendo la evolución del maíz mexicano.

Desde el siglo xv el intercambio de especies entre los continentes se intensificó y no solo se llevó un conjunto de especies mexicanas a otros continentes, también se introdujeron muchas especies que se adoptaron, adaptaron y diversificaron ampliamente en el país. Aunque un buen número de especies vegetales fueron introducidas, las especies animales causaron mayores cambios en México. Desde el primer viaje de Colón en 1492 se dejaron algunas semillas de especies europeas en La Española, ahora Haití y República Dominicana, y en los siguientes viajes Colón dejó semillas y propágulos de trigo, garbanzo, melón, cebolla, col, rábano, uva, caña de azúcar, frutales de hueso, como durazno y ciruelo, y cítricos (Crosby 1972). El clima cálido húmedo era inadecuado para muchas especies, pero algunas, como la caña de azúcar, ciertas verduras y cítricos, sí prosperaron. La caña de azúcar sustentó una de las primeras agroindustrias a gran escala en varias regiones de América. Los plátanos fueron también introducciones tempranas, sin problemas de adaptación y adoptados ampliamente. Otras especies requirieron esperar la colonización del altiplano mexicano y peruano para prosperar en tierras americanas. Dado que los españoles preferían su alimentación basada en trigo y otras especies mediterráneas, continuaron con la introducción y dispersión de las especies europeas durante la colonización, hasta que fueron encontrando ambientes adecuados para su establecimiento en México y en el resto de América. No todas las especies vegetales introducidas en América fueron traídas intencionalmente, como algunos zacates y tréboles pero la mayoría de las especies no alimentarias cruzó el Atlántico accidentalmente (Crosby 1972). Algunas de estas especies adventicias han llegado a naturalizarse muy ampliamente en América.

Los indígenas posiblemente encontraron las especies vegetales introducidas poco interesantes dado que disponían de un amplio repertorio y, por ejemplo, el trigo no presentaba ventajas sobre el maíz. Sin embargo, el trigo, la cebolla, el ajo y otras especies han llegado a ser consumidas en México como si fuesen nativas. El café africano se convirtió en el principal producto agrícola de exportación y del mango asiático aparecieron variantes en México desconocidas en su centro de origen, como los mangos manila, piña y ataulfo. En la actualidad, muchas de las especies originarias de México continúan siendo muy importantes en la agricultura del país, pero también se

depende en gran medida de especies introducidas. Se ha estimado que la contribución de las especies introducidas representa entre 45% y 59% de las calorías de origen vegetal consumidas por la población mexicana (Palacios 1998). En el apéndice 18.3 se presentan las especies con mayor superficie sembrada en México para 1991, última fecha disponible con estadísticas detalladas. Solo tres especies se siembran en más que un millón de hectáreas, el maíz (más de ocho millones de hectáreas) y frijol (casi tres millones de hectáreas) continúan siendo las especies más importantes en el país, y seguramente lo han sido por más de un milenio.

Posiblemente las introducciones de biota humanizada más importantes realizadas por los españoles fueron las especies animales domesticadas, en particular caballos, bovinos, asnos, cerdos, borregos, cabras, perros y gallinas (Crosby 1972). Como se describió anteriormente, en México existían solo unas cuantas especies animales domesticadas cuando arribaron los españoles, lo cual permitió que las especies domesticadas introducidas encontraran diversos ambientes y funciones disponibles para su expansión y reproducción. Hay testimonios sobre cerdos que pocos años después de su introducción, hacia 1514 en Cuba, formaron piaras cimarronas, viviendo en libertad y reproduciéndose en grandes números (Crosby 1972). Aunque los caballos fueron más difíciles de introducir en América, porque muchos murieron cruzando el Atlántico, para 1501 ya había unos 20 o 30 en La Española. Los caballos fueron de gran importancia para los españoles en la conquista de México, y en ocasiones también se volvieron cimarrones. Hacia 1550 la cantidad de ganado bovino era suficiente para comercializarse en la ciudad de México, y este ganado contribuyó con abundante carne y fuerza de tiro para el desarrollo de la minería. Los cueros de bovinos fueron, junto con el azúcar de caña, uno de los principales productos de exportación a Europa en el siglo xvi. Los animales pequeños, como las gallinas, fueron adoptados más rápidamente que el ganado mayor por los indígenas de México. Los perros que trajeron los españoles eran de mayor tamaño y agresividad que los criollos. Al final, los indígenas también se hicieron de caballos, bovinos y otros tipos de ganado, los cuales representaron una adición importante a sus recursos, aunque luego su expansión alteró la vegetación nativa.

Desde el primer viaje de Colón a América comenzó la dispersión de especies humanizadas del Nuevo al Viejo Mundo. De las Antillas se hizo la primera introducción de maíz a España, donde se ha sembrado desde 1493. Sin embargo, la presencia de un conjunto de razas de maíz en



Europa, según registros del siglo XVI, sugiere que gran parte de las introducciones exitosas de este cultivo consistieron de variantes mexicanas, a pesar de que también se conoce maíz de Perú llevado a comunidades vascas (Sauer 1993). Para 1561 ya se tienen claras referencias del cultivo del maíz en Mozambique, seguramente llevado por caravanas árabes, y para 1543 los españoles estaban sembrando maíz mexicano en Filipinas. El frijol, los chiles y algunas calabazas se encontraban en Europa cuando menos desde mediados del siglo XVI. El chile, en particular, fue adoptado con gran entusiasmo y para mediados del siglo XVI era cultivado en abundancia en muchos jardines de España, ya que fue reconocido como más versátil que la pimienta negra, una de las especias que motivaron los viajes de Colón (Sauer 1993), y fue adoptado en la cocina asiática al punto de convertirse en indispensable. En Europa se desarrollaron variantes de frijol ejotero (*P. vulgaris*) menos fibrosas que las conocidas en México, al igual que variantes ejoteras de ayocote (*P. coccineus*), forma de consumo prácticamente inédita para esta especie en México pero importante en Europa. El algodón, el aguacate y el jitomate tuvieron historias contrastantes (Sauer 1993). Aunque el aguacate fue fácil de difundir, dado que su semilla permanece viable el tiempo suficiente para cruzar el Atlántico, sólo en las Canarias se pudo establecer tempranamente, quizá porque esas introducciones iniciales correspondían a variantes de tierras bajas (*Persea americana* subsp. *americana*), y solo recientemente se ha ampliado su difusión. El algodón americano, que sorprendió a los europeos por su mayor fineza y longitud de fibra, fue llevado pronto a las Filipinas por los españoles. Sin embargo, el algodón requirió la invención de la despepitadora mecánica, a finales del siglo XVIII, para extender su difusión y aumentó en importancia de menos de 5% de las fibras textiles del mundo a más de 75% en el siguiente siglo. El jitomate apareció en el registro de herbarios desde mediados del siglo XVI y una variante amarilla fue registrada en Italia en 1554. Sin embargo, al principio el jitomate era solo una curiosidad pues hasta el siglo XVII aún se consideraba peligroso en el norte de Europa, o propio para una poción de amor, y es hasta finales del siglo XVII que se comenzó a cultivar y se consumió en abundancia en la Península Ibérica y en Italia (Sauer 1993). Aunque el cacao y la vainilla fueron domesticados en México, la producción mexicana actual es ínfima en comparación con la de África, Madagascar y Asia (FAO 2008).

El trasiego de plantas y animales ha continuado, y aunque México nunca ha contado con una dependencia ofi-

cial dedicada a la introducción sistemática de especies útiles, en este país existe gran parte de las especies de importancia económica del resto del mundo. Sin embargo, aún existen especies importantes, particularmente en Asia y África, que solo han sido introducidas y difundidas de manera rudimentaria y otras que simplemente son desconocidas en este país, por lo que el proceso de introducción de especies útiles a México aún no ha terminado. Recientemente la salida e introducción de especies y variantes útiles se ha restringido en el mundo como medida de muchos países para proteger sus recursos genéticos. Algunos países más desarrollados han abusado de patentes para controlar el comercio de germoplasma originario de países subdesarrollados. Así, ciertas empresas han privatizado germoplasma originado en otras partes del mundo sin compartir los beneficios económicos con quienes actualmente integran el contexto cultural donde dicho germoplasma se domesticó y diversificó en cultivares tradicionales, y donde se conservó en evolución hasta ser extraído, depurado y convertido en cultivares patentados. Aún es incierto qué tanto un país como México, con una gran cantidad de especies domesticadas y cultivares tradicionales, así como con innumerables especies espontáneas con distinto grado de humanización y utilidad diversa en el país, se beneficia con este tipo de restricciones. La historia de la agricultura, incluida la mexicana, muestra numerosos ejemplos de beneficios directos a los agricultores derivados del intercambio de especies y variantes. Uno de los principales debates sociales faltantes, que requiere realizarse no solo entre académicos y políticos, sino también con aquellos para quienes las plantas constituyen un recurso vital, es si conviene limitar el intercambio de material genético y adoptar la tendencia de privatización de recursos genéticos de los países desarrollados.

## 18.8 POTENCIAL DE LA BIODIVERSIDAD MEXICANA HUMANIZADA

Se ha calculado que en Mesoamérica se utilizan entre 5 000 y 7 000 especies de plantas (Casas *et al.* 2007). Sin embargo, persiste la necesidad de un estudio detallado sobre el número de especies humanizadas en México. Dentro de la biodiversidad humanizada espontánea es posible que las especies medicinales representen el grupo más amplio y con mayor potencial económico en el futuro. La fitomedicina tradicional en México es muy extensa. El conocimiento tradicional indígena sobre el uso

de plantas medicinales comprende, invariablemente, decenas o cientos de especies en cada región o grupo étnico (Instituto Nacional Indigenista 1994). En una revisión reciente (Zolla *et al.* 1994) se registran 406 especies de plantas y nueve de hongos utilizadas por diversos grupos indígenas mexicanos. No es raro encontrar curanderos que conocen y utilizan más de cien especies de plantas y animales, y en casi todos los hogares rurales es posible encontrar un miembro de la familia que conoce algunas decenas de plantas medicinales. Aunque se han dado importantes avances en las últimas dos décadas, profundizar en el conocimiento indígena de muchas de estas especies para fines medicinales es posiblemente una de las grandes tareas académicas pendientes que continúan requiriendo la mayor atención (Lozoya y Lozoya 1982).

Un buen número de las especies ornamentales nativas de México, como las dalias (*Dahlia* spp.) y el cempasúchil (*Tagetes erecta*), cultivados en México desde tiempos precolombinos, la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) y otras han sido objetos de selección fitotécnica en otras partes del mundo. Las variantes de nochebuena y de dalias actualmente utilizadas en México provienen, en su gran mayoría, de Estados Unidos y Europa. Es frecuente encontrar viveros en Europa y Estados Unidos que ofrecen cientos de especies de cactáceas mexicanas, cuando en México continúan los problemas para impedir la exportación ilegal de estas especies y para generar una oferta significativa de ellas en los mercados formales. Aunque para algunas de estas especies el país difícilmente podría ser competitivo en el corto plazo, existe aún un gran potencial para las orquídeas, bromeliáceas, cactáceas y otro buen número de grupos. Algo similar puede decirse de las especies forestales y de las plantas forrajeras de zonas áridas, particularmente de los zacates del género *Bouteloua*.

### 18.9 GRUPOS ÉTNICOS Y BIODIVERSIDAD

Un aspecto que debe ser resaltado es la estrecha relación entre las culturas indígenas de México y la biodiversidad humanizada. Los estudiosos de las plantas domesticadas han comentado reiteradamente sobre la diversidad de variantes que los distintos grupos étnicos prefieren, o cultivan, de una misma especie (Anderson 1947; Hernández Xolocotzi 1971). Esto es, diferentes grupos étnicos mantienen preferencias particulares sobre distintas variantes de maíces, frijoles, chiles y otras especies que cultivan y, por tanto, una parte significativa de la biodiversidad humanizada está asociada a estos grupos étnicos. Dado que

esto ha sido, en gran medida, evidente en sí mismo, no se han realizado suficientes estudios controlados que lo demuestren. Recientemente se han estudiado las variantes de maíz asociadas a los tzotziles de Chamula y los tzeltales de Oxchuc (Perales *et al.* 2005), quienes ocupan ambientes similares en Chiapas, y se encontró que el factor cultural predomina sobre el germoplasma. Esto es, los maíces cultivados por los tzotziles y los tzeltales son distintos y ello depende de las relaciones internas o preferencias de los grupos étnicos y no sólo de la adaptación al ambiente de los maíces. Este estudio luego se amplió para comparar los grupos mestizos e indígenas del estado de Chiapas (Brush y Perales 2007). Si bien en esta comparación el ambiente parece ser el principal determinante de la distribución de los tipos de maíz sembrados, se encontraron diferencias en el manejo de las semillas dependiendo del grupo cultural. La relación entre los grupos indígenas de México y los maíces que cultivan sugiere que son ellos quienes mantienen variantes de la mayoría de las razas de maíz conocidas en el país. Aunque este tipo de acercamiento no se ha realizado para otras especies, es posible pensar que gran parte de la biodiversidad humanizada en México se encuentra en manos de los grupos étnicos, igual que para la biodiversidad en general (Toledo 2000). La relación entre culturas y biodiversidad no puede ser soslayada, y pretender conservar la biodiversidad humanizada sin propiciar condiciones de desarrollo para las culturas indígenas puede ser poco efectivo. Esta realidad todavía no ha sido cabalmente reconocida, lo cual ha impedido su potenciación.

### 18.10 CONCLUSIONES

México depende de su biodiversidad humanizada para su bienestar y desarrollo. El país es uno de los centros de origen y diversificación más importantes del mundo en biota humanizada. La biodiversidad humanizada de México es de repercusión estratégica no sólo para el país sino para toda la humanidad. Es notable que una parte significativa de las especies que fueron importantes para los pobladores precolombinos continúe siendo imprescindible para México. Actualmente, las especies domesticadas en nuestro país aportan alrededor de la mitad de los alimentos que consumimos. Es vital atender la biodiversidad humanizada de México para poder colocar al país con una oferta estratégica y específica de nichos de mercado no solo competitivos sino únicos. Sin embargo, no se debe soslayar que buena parte de las necesidades nacionales son actual-

mente cubiertas con especies introducidas, por lo que obstaculizar el intercambio de recursos genéticos puede ser una opción poco sensata. Sin atender a los curadores de la biodiversidad humanizada, mayoritariamente poblaciones indígenas, es imposible asegurar su conservación a largo plazo. Si las políticas públicas pierden de vista lo anterior, ello posiblemente implicará la disminución de la riqueza genética y, por tanto, del patrimonio futuro.

## AGRADECIMIENTOS

Apreciamos las sugerencias de los doctores Patricia Colunga-GarcíaMarín, Takeo Ángel Kato Yamakake y Stephen B. Brush, y la revisión de nomenclatura botánica y zoológica de Eduardo Naranjo, Guillermo Martínez de la Vega y José D. García Pérez.

### APÉNDICE 18.1 ESPECIES VEGETALES Y ANIMALES PRESENTES EN LAS CUEVAS DE TEHUACÁN, PUEBLA, Y GUILÁ NAQUITZ, OAXACA

Especie	Familia	Nombre común	Presente en	
			Tehuacán	Guilá Naquitiz
<b>VEGETALES</b>				
<i>Acacia sericea</i>	Fabaceae	Guaje blanco	Sí	No
<i>Acacia</i> sp.	Fabaceae	Guaje	Sí	Sí
<i>Acrocomia aculeata</i>	Palmaceae	Coyol	Sí	No
<i>Aeschynomene</i> sp.	Fabaceae		No	Sí
<i>Agave</i> cf. <i>ghiesbreghtii</i>	Amaryllidaceae	Magüey	Sí	No
<i>Agave</i> cf. <i>karwinskii</i>	Amaryllidaceae	Magüey	Sí	No
<i>Agave</i> cf. <i>kerchovoi</i>	Amaryllidaceae	Rabo de león	Sí	No
<i>Agave</i> spp.	Amaryllidaceae	Magüey	Sí	Sí
<i>Allium</i> sp.	Liliaceae		No	Sí
<i>Amaranthus</i> cf. <i>cruentus</i>	Amaranthaceae	Quelite	Sí	No
<i>Amaranthus</i> cf. <i>leucocarpus</i>	Amaranthaceae	Alegria, quelite	Sí	No
<i>Apodanthera buraeavi</i>	Cucurbitaceae	Melón coyote	Sí	No
<i>Apodanthera</i> sp.	Cucurbitaceae	Melón coyote		Sí
<i>Arachis hypogaea</i>	Fabaceae	Cacahuate	Sí	No
<i>Beaucarnea gracilis</i>	Nolinaceae	Sotolín	Sí	No
<i>Brahea dulcis</i>	Palmaceae	Palma	Sí	No
<i>Caesalpinia velutina</i>	Fabaceae	Guaje	Sí	No
<i>Canavalia</i> sp.	Fabaceae	Frijolón	Sí	No
<i>Capsicum annuum</i>	Solanaceae	Chile	Sí	Sí
<i>Cardiospermum</i> sp.	Sapindaceae	Tronadora	No	Sí
<i>Casimiroa edulis</i>	Rutaceae	Zapote blanco	Sí	No
<i>Ceiba parvifolia</i>	Bombacaceae	Pochote	Sí	No
<i>Celtis</i> sp.	Ulmaceae	Granjeno	No	Sí
<i>Cephalocereus columna-trajani</i>	Cactaceae	Tetecho	Sí	No
<i>Chloris virgata</i>	Poaceae	Zacate	Sí	No
<i>Cissus</i> sp.	Vitaceae		Sí	No
<i>Condalia mexicana</i>	Ramnaceae	Granjeno	Sí	No
<i>Crescentia cujete</i>	Bignoniaceae	Cuatecomate	Sí	No



## Apéndice 18.1 [continúa]

Especie	Familia	Nombre común	Presente en	
			Tehuacán	Guilá Naquitz
<i>Cucurbita argyrosperma</i> (identificada como <i>C. mixta</i> )	Cucurbitaceae	Ayote	Sí	No
<i>Cucurbita moschata</i>	Cucurbitaceae	Calabaza amarilla	Sí	No
<i>Cucurbita pepo</i>	Cucurbitaceae	Calabaza	Sí	Sí
<i>Cucurbita</i> spp.	Cucurbitaceae	Calabaza silvestre	Sí	No
<i>Cyrtocarpa procera</i>	Anacardiaceae	Chupandilla	Sí	No
<i>Dalea</i> sp.	Fabaceae		No	Sí
<i>Dioon edule</i>	Cycadaceae	Chamal, palmilla	Sí	No
<i>Dioscorea</i> sp.	Dioscoreaceae	Ñame	Sí	No
<i>Diospyros digyna</i>	Ebenaceae	Zapote negro	Sí	No
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Cactaceae	Biznaga	Sí	No
<i>Escontria chiotilla</i>	Cactaceae	Jiotilla	Sí	No
<i>Gossypium hirsutum</i>	Malvaceae	Algodón	Sí	No
<i>Gossypium</i> sp.	Malvaceae	Algodón		Sí
<i>Hechtia</i> sp.	Bromeliaceae	Guapilla	Sí	Sí
<i>Heteropogon contortus</i>	Poaceae	Zacate	Sí	No
<i>Jatropha dioica</i>	Euphorbiaceae	Piñoncillo	No	Sí
<i>Jatropha neopauciflora</i>	Euphorbiaceae	Piñoncillo	Sí	No
<i>Jatropha</i> sp.	Euphorbiaceae	Piñoncillo	Sí	No
<i>Lagenaria siceraria</i>	Cucurbitaceae	Guaje, bule	Sí	Sí
<i>Lemaireocereus hollianus</i>	Cactaceae		Sí	No
<i>Leucaena esculenta</i>	Fabaceae	Guaje	Sí	No
<i>Leucaena pueblana</i>	Fabaceae	Guaje	Sí	No
<i>Leucaena</i> sp.	Fabaceae	Guaje		Sí
<i>Malpighia</i> sp.	Malpighiaceae	Acerola	Sí	Sí
<i>Mammillaria</i> sp.	Cactaceae	Biznaga	Sí	No
<i>Mimosa</i> sp.	Fabaceae		Sí	No
<i>Mirabilis</i> sp.	Nyctaginaceae	Maravilla	No	Sí
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Cactaceae	Garambullo	Sí	No
N.d.	Asteraceae		Sí	No
<i>Opuntia</i> sp.	Cactaceae	Nopal, tuna	Sí	Sí
<i>Pachycereus weberi</i>	Cactaceae	Cardón	Sí	No
<i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i>	Lauraceae	Aguacate	Sí	Sí
<i>Phaseolus acutifolius</i> var. <i>acutifolius</i>	Fabaceae	Tépari	Sí	No
<i>Phaseolus coccineus</i>	Fabaceae	Ayocote	Sí	No
<i>Phaseolus lunatu.</i>	Fabaceae	lbes	Sí	No
<i>Phaseolus</i> sp.	Fabaceae	Frijol silvestre		Sí
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabaceae	Frijol	Sí	Sí
<i>Physalis</i> sp.	Solanaceae	Tomate	Sí	No
<i>Pinus</i> sp.	Pinaceae	Piñón	No	Sí

## Apéndice 18.1 [continúa]

Especie	Familia	Nombre común	Presente en	
			Tehuacán	Guilá Naquitz
<i>Plumeria rubra</i> var. <i>acutifolia</i>	Apocynaceae	Cacalósúchil	Sí	No
<i>Prosopis juliflora</i>	Fabaceae	Mesquite	Sí	Sí
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Guayaba	Sí	No
<i>Quercus</i> sp.	Fagaceae	Encino, roble	Sí	Sí
<i>Randia</i> sp.	Rubiaceae	Mora	No	Sí
<i>Selaginella</i> sp.	Selaginellaceae	Helecho	Sí	No
<i>Setaria</i> cf. <i>macrostachya</i>	Poaceae	Zacate	Sí	No
<i>Sideroxylon</i> cf. <i>tempisque</i>	Sapotaceae	Cosahuico	Sí	No
<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	Ciruella	Sí	No
<i>Sideroxylon persimile</i>	Sapotaceae	Tempesquistle	Sí	No
<i>Stenocereus pruinosus</i>	Cactaceae	Pitaya		Sí
<i>Stenocereus stellatus</i>	Cactaceae	Xoconostle	Sí	No
<i>Thevetia peruviana</i>	Apocynaceae	Venenillo	Sí	No
<i>Thevetia</i> sp.	Apocynaceae		No	Sí
<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	Bromeliaceae	Soluchil	Sí	No
<i>Tillandsia</i> spp.	Bromeliaceae		Sí	Sí
<i>Tillandsia usneoides</i>	Bromeliaceae	Paxtle	Sí	Sí
<i>Trichloris pluriflora</i>	Poaceae	Zacate	Sí	No
<i>Typha</i> sp.	Typhaceae		No	Sí
<i>Yucca periculosa</i>	Agavaceae	Izote	Sí	No
<i>Zea mays</i>	Poaceae	Maíz	Sí	Sí
<i>Ziziphus pedunculata</i>	Ramnaceae	Cholulo	Sí	No
<b>ANIMALES</b>				
<i>Ameiva undulata</i>	Teiidae	Lagartija	Sí	No
<i>Anas cyanoptera</i>	Anatidae	Pato canelo, cerceta	Sí	No
<i>Antilocapra americana</i>	Antilocapridae	Berrendo (extinto)	Sí	No
<i>Artibeus</i> sp.	Phyllostomidae	Murciélago	Sí	No
<i>Baiomys musculus</i>	Muridae	Ratón pigmeo	Sí	No
<i>Bassariscus astutus</i>	Procyonidae	Cacomixtle	Sí	No
<i>Buteo</i> cf. <i>jamaicensis</i>	Accipitridae	Halcón cola roja	No	Sí
<i>Canis lupus</i> subsp. <i>familiaris</i>	Canidae	Perro	Sí	No
<i>Canis latrans</i>	Canidae	Coyote	Sí	No
<i>Caprimulgus ridgwayi</i>	Caprimulgidae	Lechuza	Sí	No
<i>Charadrius vociferus</i>	Charadriidae	Chichicuilotte	Sí	No
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Caprimulgidae	Lechuza	Sí	No
<i>Cnemidophorus</i> sp.	Teiidae	Huico, lagartilla	No	Posiblemente
<i>Colinus virginianus</i>	Phasianidae	Codorniz	Sí	Sí
<i>Conepatus mesoleucus</i>	Mustelidae	Zorrillo	Sí	No
<i>Conirostrum passerina</i>	Columbidae	Paloma canela	Sí	Posiblemente
<i>Corvus corax</i>	Corvidae	Cacalote	Sí	No





## Apéndice 18.1 [concluye]

Especie	Familia	Nombre común	Presente en	
			Tehuacán	Guilá Naquitz
<i>Cratogeomys</i> sp.	Geomyidae	Tuza	Sí	No
<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguanidae	Iguana negra	Sí	No
Desconocida		Zorro (extinto)	Sí	No
Desconocida	Kinosternidae	Tortuga (¿extinta?)	Sí	No
<i>Didelphis virginiana</i>	Didelphidae	Tlacuache	Sí	No
<i>Dipodomys phillipsii</i>	Heteromyidae	Ratón canguro	Sí	No
<i>Eptesicus fuscus</i>	Vespertilionidae	Murciélago	Sí	No
<i>Equus</i> sp.	Equidae	Caballo (extinto)	Sí	No
<i>Heterogeomys</i> sp.	Geomyidae	Tuza	Sí	No
<i>Iguana iguana</i>	Iguanidae	Iguana verde	Sí	No
<i>Kinosternon integrum</i>	Kinosternidae	Tortuga	Sí	Sí
<i>Lepus callotis</i>	Leporidae	Liebre	Sí	No
<i>Lepus</i> sp.	Leporidae	Liebre	Sí	No
<i>Liomys irroratus</i>	Heteromyidae	Ratón de bolsas espinoso	Sí	No
<i>Lynx rufus</i>	Felidae	Gato montés	Sí	No
<i>Marmosa canescens</i>	Didelphidae	Ratón tlacuache	Sí	No
<i>Meleagris gallopavo</i>	Meleagridae	Guajolote	Sí	No
<i>Mephitis macroura</i>	Mustelidae	Zorrillo rayado	Sí	No
<i>Neotoma mexicana</i>	Muridae	Rata magueyera	Sí	Posiblemente
<i>Neotoma</i> spp.	Muridae	Rata	Sí	No
<i>Odocoileus virginianus</i>	Cervidae	Venado cola blanca	Sí	Sí
<i>Patagioenas fasciata</i>	Columbidae	Paloma de collar	No	Sí
<i>Pecari tajacu</i>	Tayassuidae	Jabalí de collar	Sí	Sí
<i>Peromyscus melanophrys</i>	Muridae	Ratón de campo	Sí	No
<i>Peromyscus</i> spp.	Muridae	Ratón de campo	Sí	No
<i>Procyon lotor</i>	Procyonidae	Mapache	Sí	Sí
<i>Puma concolor</i>	Felidae	Puma	Sí	No
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Muridae	Ratón de campo	Sí	No
<i>Sceloporus</i> sp.	Phrynosomatidae	Lagartija de collar	No	Posiblemente
<i>Sigmodon hispidus</i>	Muridae	Rata algodónera	Sí	No
<i>Spilogale putorius</i>	Mustelidae	Zorrillo manchado	Sí	No
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Leporidae	Conejo chiquito	Sí	No
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Leporidae	Conejo grande	Sí	Sí
<i>Sylvilagus floridanus connectens</i>	Leporidae	Conejo	No	Sí
<i>Sylvilagus</i> spp.	Leporidae	Conejo	Sí	No
<i>Tyto alba</i>	Tytonidae	Tecolote grande	Sí	Sí
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Canidae	Zorro gris	Sí	No
<i>Zenaida asiatica</i>	Columbidae	Paloma de alas blancas	Sí	No
<i>Zenaida macroura</i>	Columbidae	Paloma huilota	No	Sí

Fuente: para Tehuacán, Puebla, Flannery 1967, Smith 1967; para Guilá Naquitz, Oaxaca, Flannery y Wheeler 1986, Smith 1986.

## APÉNDICE 18.2 ESPECIES VEGETALES HUMANIZADAS EN MAYOR O MENOR GRADO EN MÉXICO Y QUE SIGUEN SIENDO UTILIZADAS

Especie	Nombre común	Familia	Distribución natural	Uso principal
<i>Acrocomia aculeata</i>	Coyol	Arecaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Aechmea magdalenae</i>	Pita	Bromeliaceae	Mesoamérica y N de Sudamérica	Fibra
<i>Agave angustifolia</i>	Magüey mezcadero	Agavaceae	Mesoamérica y N de México	Bebida
<i>Agave asperrima</i>	Magüey cenizo	Agavaceae	Mesoamérica	Bebida
<i>Agave atrovirens</i>	Magüey	Agavaceae	Mesoamérica	Bebida
<i>Agave fourcroydes</i>	Henequén	Agavaceae	Mesoamérica	Fibra
<i>Agave latissima</i>	Magüey	Agavaceae	Mesoamérica	Bebida
<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	Agavaceae	Norte de México y S de EUA	Fibra
<i>Agave mapisaga</i>	Magüey pulquero	Agavaceae	Mesoamérica	Bebida
<i>Agave potatorum</i>	Magüey mezcadero	Agavaceae	Mesoamérica	Bebida
<i>Agave salmiana</i>	Magüey pulquero	Agavaceae	Mesoamérica y N de México	Bebida
<i>Agave sisalana</i>	Sisal	Agavaceae	Mesoamérica	Fibra
<i>Agave spp.</i>	Agave	Agavaceae	Mesoamérica	Fibra
<i>Agave tequilana</i>	Magüey tequilero	Agavaceae	Mesoamérica	Bebida
<i>Agave weberi</i>	Magüey mezcadero	Agavaceae	Mesoamérica	Bebida
<i>Amaranthus cruentus</i>	Quelite	Amaranthaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	Alegría	Amaranthaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Amaranthus spp.</i>	Quelite	Amaranthaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Annona diversifolia</i>	Ilama	Annonaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Annona glabra</i>	Anona	Annonaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Annona purpurea</i>	Anona	Annonaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Annona reticulata</i>	Anona	Annonaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Bixa orellana</i>	Achiote	Bixaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Condimento
<i>Bomarea edulis</i>	Coyolxóchitl	Alstroemeriaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela	Bromeliaceae	Mesoamérica y N de Sudamérica	Alimento
<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela	Bromeliaceae	Mesoamérica y N de Sudamérica	Alimento
<i>Bromelia spp.</i>	Bromelia	Bromeliaceae	Mesoamérica	Fibra
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Moraceae	Mesoamérica y Sudamérica	Forraje
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	Malpighiaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Canavalia ensiformis</i>	Frijolón	Fabaceae	Probablemente Mesoamérica	Abono verde
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i>	Chile	Solanaceae	Mesoamérica	Condimento
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	Chile de monte	Solanaceae	Mesoamérica, Norteamérica, Sudamérica	Condimento
<i>Capsicum frutescens</i>	Chile de árbol	Solanaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Condimento
<i>Carica papaya</i>	Papaya	Caricaceae	Mesoamérica, Caribe y Sudamérica	Alimento



## Apéndice 18.2 [continúa]

Especie	Nombre común	Familia	Distribución natural	Uso principal
<i>Carya illinoensis</i>	Nuez	Juglandaceae	Norte de México y SE de EUA	Alimento
<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote blanco	Rutaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Casimiroa sapota</i>	Matasano	Rutaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Matasano	Rutaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Chamaedorea elegans</i>	Palma cambray	Arecaceae	Mesoamérica	Ornamental
<i>Chamaedorea</i> spp.	Palmito	Arecaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Ornamental
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Tepejilote	Arecaceae	Mesoamérica y N de Sudamérica	Alimento
<i>Chamaedorea wendlandiana</i>	Pacaya	Arecaceae	Mesoamérica	Ornamental
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Epazote	Chenopodiaceae	Mesoamérica	Condimento
<i>Chenopodium berlandieri</i> subsp. <i>nuttalliae</i>	Huauzontle	Chenopodiaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Chlorogalum pomeridianum</i>	Amole	Agavaceae	México y S de EUA	Aceite esencial
<i>Cnidosculus chayamansa</i>	Chaya	Euphorbiaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote	Rosaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Crataegus pubescens</i>	Tejocote	Rosaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Crescentia cujete</i>	Tecomate	Bignoniaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Utensilio
<i>Crotalaria longirostrata</i>	Chipilín	Fabaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Cucurbita argyrosperma</i>	Calabaza	Cucurbitaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Cucurbita ficifolia</i>	Chilacayote	Cucurbitaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Cucurbita moschata</i>	Calabaza	Cucurbitaceae	América	Alimento
<i>Cucurbita pepo</i>	Calabaza	Cucurbitaceae	Mesoamérica y Norteamérica	Alimento
<i>Cyrtocarpa procera</i>	Chupandía	Anacardiaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Dahlia coccinea</i>	Dalia	Asteraceae	Mesoamérica	Ornamental
<i>Dahlia excelsa</i>	Dalia	Asteraceae	Mesoamérica	Ornamental
<i>Dahlia lehmannii</i>	Dalia	Asteraceae	Mesoamérica	Ornamental
<i>Dahlia pinnata</i>	Dalia	Asteraceae	Mesoamérica	Ornamental
<i>Diospyros digyna</i>	Zapote negro	Ebenaceae	Mesoamérica y N de Sudamérica	Alimento
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga	Cactaceae	Mesoamérica y N de México	Alimento
<i>Erythrina americana</i>	Colorín	Fabaceae	Mesoamérica	Cerca viva
<i>Escontria chiotilla</i>	Chiotilla	Cactaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	Candelilla	Euphorbiaceae	Norte de México y S de EUA	Industrial
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Nochebuena	Euphorbiaceae	Mesoamérica	Ornamental
<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga	Cactaceae	Mesoamérica y N de México	Alimento
<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoíte	Fabaceae	Mesoamérica	Cerca viva
<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón	Malvaceae	Mesoamérica	Fibra
<i>Helianthus annuus</i>	Girasol	Asteraceae	Mesoamérica y Norteamérica	Alimento
<i>Hylocereus ocamponis</i>	Pitaya roja orejona	Cactaceae	Norte de México	Alimento
<i>Hylocereus undatus</i>	Pitaya orejona	Cactaceae	México y América tropical	Alimento

## Apéndice 18.2 [continúa]

Especie	Nombre común	Familia	Distribución natural	Uso principal
<i>Indigofera suffruticosa</i>	Añil	Fabaceae	México y América tropical	Pigmento
<i>Inga jinicuil</i>	Jinicuil	Fabaceae	Mesoamérica	Sombra
<i>Inga</i> spp.	Chalahuite	Fabaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Ipomoea batatas</i>	Camote	Convolvulaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Jaltomata procumbens</i>	Jaltomate	Solanaceae	Mesoamérica, EUA y Sudamérica	Alimento
<i>Jatropha curcas</i>	Piñoncillo	Euphorbiaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Leucaena diversifolia</i>	Guaje	Fabaceae	Mesoamérica	Forraje
<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje	Fabaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	Fabaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Leucaena pulverulenta</i>	Tepeguaje	Fabaceae	Norte de México y S de EUA	Madera
<i>Leucaena</i> spp.	Guaje	Fabaceae	Mesoamérica	Forraje
<i>Lycopersicon esculentum</i>	Jitomate	Solanaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	Sapotaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Marginatocereus marginatus</i>	Órgano	Cactaceae	Mesoamérica	Cerca viva
<i>Melicoccus oliviformis</i>	Guaya	Sapindaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Monstera deliciosa</i>	Piñanona	Araceae	Mesoamérica	Ornamental
<i>Montanoa</i> spp.	Zoapatle	Asteraceae	Mesoamérica	Ornamental
<i>Muntingia calabura</i>	Capulín blanco	Muntingiaceae	Mesoamérica y N de México	Alimento
<i>Nicotiana rustica</i>	Tabaco	Solanaceae	Mesoamérica	Estimulante
<i>Opuntia cochenillifera</i>	Nopal de la cochinilla	Cactaceae	Mesoamérica	Huésped insecto
<i>Opuntia ficus-indica</i>	Tuna	Cactaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Opuntia hyptiacantha</i>	Tuna memela	Cactaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Opuntia joconostle</i>	Xoconostle	Cactaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Opuntia megacantha</i>	Tuna	Cactaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Opuntia</i> spp.	Nopalitos	Cactaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Opuntia</i> spp.	Xoconostle	Cactaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Opuntia streptacantha</i>	Tuna cardona	Cactaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Pachycereus pringlei</i>	Cardón	Cactaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Pachyrhizus erosus</i>	Jícama	Fabaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Panicum hirticaule</i> var. <i>hirticaule</i>	Triguillo	Poaceae	Mesoamérica, N de México y S de EUA, Sudamérica	Alimento
<i>Parmentiera aculeata</i>	Cuajilote	Bignoniaceae	Mesoamérica y N de México	Alimento
<i>Passiflora ligularis</i>	Granada china	Passifloraceae	Mesoamérica y N de Sudamérica	Alimento
<i>Persea americana</i>	Aguacate	Lauraceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i>	Aguacate mexicano	Lauraceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Persea schiedeana</i>	Chinine	Lauraceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Phaseolus acutifolius</i>	Tépari	Fabaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Phaseolus coccineus</i>	Ayocote	Fabaceae	Mesoamérica	Alimento



## Apéndice 18.2 [concluye]

Especie	Nombre común	Familia	Distribución natural	Uso principal
<i>Phaseolus dumosus</i>	Acalete	Fabaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Phaseolus lunatus</i>	lb	Fabaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	Fabaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Physalis philadelphica</i>	Tomate	Solanaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta gorda	Myrtaceae	Mesoamérica y Caribe	Condimento
<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	Pinaceae	Mesoamérica, N de México y EUA	Alimento
<i>Pinus</i> spp.	Pino	Pinaceae	Mesoamérica	Madera
<i>Piper auritum</i>	Acuyo	Piperaceae	Mesoamérica y N de Sudamérica	Condimento
<i>Piper sanctum</i>	Acuyo	Piperaceae	Mesoamérica	Condimento
<i>Polianthes tuberosa</i>	Nardo	Amaryllidaceae	Mesoamérica	Ornamental
<i>Porophyllum calcicola</i>	Pipitza	Asteraceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Porophyllum macrocephalum</i>	Pápalo	Asteraceae	Mesoamérica, EUA y Sudamérica	Alimento
<i>Pouteria campechiana</i>	Zapote amarillo	Sapotaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Pouteria sapota</i>	Mamey	Sapotaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Protium copal</i>	Copal	Burseraceae	Mesoamérica	Aroma
<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i>	Capulín	Rosaceae	Mesoamérica y N de México	Alimento
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Myrtaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabilla	Myrtaceae	Mesoamérica y N de Sudamérica	Alimento
<i>Salvia hispanica</i>	Chía	Lamiaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Sambucus caerulea</i>	Saúco	Caprifoliaceae	Norte de México y EUA	Alimento
<i>Sechium edule</i>	Chayote	Cucurbitaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Anacardiaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela	Anacardiaceae	Mesoamérica y N de Sudamérica	Alimento
<i>Tagetes erecta</i>	Cempasúchil	Asteraceae	Mesoamérica y Norteamérica, N de Sudamérica	Ornamental pigmento
<i>Tagetes lucida</i>	Pericón	Asteraceae	Mesoamérica y N de México	Condimento
<i>Taxodium mucronatum</i>	Ahuehete	Pinaceae	Mesoamérica	Ornamental
<i>Theobroma bicolor</i>	Patashtle	Sterculiaceae	Mesoamérica y Sudamérica	Alimento
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	Sterculiaceae	Mesoamérica	Alimento
<i>Tigridia pavonia</i>	Oceloxóchitl	Liliaceae	Mesoamérica	Ornamental
<i>Vanilla planifolia</i>	Vainilla	Orchidaceae	Mesoamérica	Condimento
<i>Vitis tillifolia</i>	Uva cimarrona	Vitaceae	México y Norteamérica	Alimento
<i>Yucca guatemalensis</i>	Izote	Agavaceae	Mesoamérica, Caribe y N de Sudamérica	Alimento
<i>Yucca</i> spp.	Izote	Agavaceae	Mesoamérica, Norteamérica, Sudamérica	Fibra
<i>Zea mays</i>	Maíz	Poaceae	Mesoamérica	Alimento

Fuente: Vavilov y Dorofeev 1992; Dressler 1953; Hernández Xolocotzi 1985; GRIN 2006; IPNI 2006.



### APÉNDICE 18.3 ESPECIES VEGETALES CON MAYOR SUPERFICIE SEMBRADA EN MÉXICO EN 1991

Nombre común	Especie	Uso principal	Hectáreas
<b>MÁS DE 1 MILLÓN DE HECTÁREAS</b>			
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Alimento	2 818 500
Maíz	<i>Zea mays</i>	Alimento	8 698 500
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	Alimento para ganado	1 792 200
<b>DE 100 000 A 1 MILLÓN DE HECTÁREAS</b>			
Ajonjolí	<i>Sesamum indicum</i>	Alimento	112 100
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i> subsp. <i>sativa</i>	Forraje	231 200
Algodón	<i>Gossypium hirsutum</i>	Fibra	265 400
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	Alimento	103 300
Café	<i>Coffea arabica</i>	Bebida	850 400
Calabaza	<i>Cucurbita pepo</i>	Alimento	299 400
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>	Edulcorante	621 600
Cártamo	<i>Carthamus tinctorius</i>	Alimento	103 200
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>	Alimento	307 400
Chile	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i>	Condimento	116 500
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	Alimento	201 900
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	Alimento	120 400
Henequén	<i>Agave fourcroydes</i>	Fibra	108 400
Limón mexicano	<i>Citrus aurantifolia</i>	Alimento	119 800
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Alimento	179 500
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Alimento	533 700
Plátano y banano	<i>Musa ×paradisica</i>	Alimento	238 200
Soya	<i>Glycine max</i>	Alimento	362 800
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	Alimento	992 300
<b>DE 10 000 A 100 000 HECTÁREAS</b>			
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Alimento	80 300
Avena	<i>Avena sativa</i>	Alimento	16 200
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	Alimento	17 900
Cacahuete	<i>Arachis hypogaea</i>	Alimento	75 200
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	Alimento	96 300
Calabaza	<i>Cucurbita argyrosperma</i>	Alimento	11 200
Cebolla	<i>Allium cepa</i> var. <i>cepa</i>	Alimento	44 700
Chícharo	<i>Pisum sativum</i>	Alimento	17 400
Ciruelo	<i>Prunus salicina</i>	Alimento	33 000
Durazno	<i>Prunus persica</i> var. <i>persica</i>	Alimento	61 000
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Alimento	17 800
Haba	<i>Vicia faba</i>	Alimento	53 100
Hule	<i>Hevea brasiliensis</i>	Industrial	12 700

## Apéndice 18.3 [continúa]

Nombre común	Especie	Uso principal	Hectáreas
Jamaica	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Bebida	18 000
Jitomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Alimento	78 200
Lenteja	<i>Lens culinaris</i> subsp. <i>culinaris</i>	Alimento	10 100
Magüey pulquero	<i>Agave salmiana</i>	Bebida	59 600
Magüey tequilero	<i>Agave tequilana</i>	Bebida	23 400
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	Alimento	13 300
Manzana	<i>Malus domestica</i>	Alimento	74 700
Melón	<i>Cucumis melo</i> subsp. <i>melo</i>	Alimento	43 900
Nopalitos	<i>Opuntia</i> spp.	Alimento	28 700
Nuez	<i>Carya illinoensis</i>	Alimento	46 600
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	Alimento	64 100
Papaya	<i>Carica papaya</i>	Alimento	19 300
Pepino	<i>Cucumis sativus</i> var. <i>sativus</i>	Alimento	15 000
Peral	<i>Pyrus communis</i>	Alimento	14 100
Piña	<i>Ananas comosus</i>	Alimento	14 500
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i> var. <i>lanatus</i>	Alimento	44 800
Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i>	Estimulante	15 000
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Alimento	10 800
Tomate	<i>Physalis philadelphica</i>	Alimento	25 900
Uva	<i>Vitis vinifera</i>	Alimento	44 600
Zanahoria	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Alimento	11 200
<b>DE 1 000 A 10 000 HECTÁREAS</b>			
Ajo	<i>Allium sativum</i> var. <i>sativum</i>	Alimento	8 800
Alpiste	<i>Phalaris canariensis</i>	Alimento para animales	2 300
Caléndula	<i>Calendula officinalis</i>	Ornamental	1 700
Camote	<i>Ipomoea batatas</i>	Alimento	5 500
Capulín	<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i>	Alimento	1 100
Cempasúchil	<i>Tagetes erecta</i>	Ornamental	8 600
Chabacano	<i>Prunus armeniaca</i>	Alimento	2 400
Chayote	<i>Sechium edule</i>	Alimento	2 200
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	Alimento	3 000
Chilacayote	<i>Cucurbita ficifolia</i>	Alimento	2 200
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	Alimento	1 000
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>	Condimento	4 700
Col	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	Alimento	6 200
Coliflor	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	Alimento	5 900
Ébora, veza	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>sativa</i>	Alimento para ganado	6 600
Espárrago	<i>Asparagus officinalis</i>	Alimento	5 700
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i>	Alimento	1 000
Fresa	<i>Fragaria xananassa</i>	Alimento	5 700



## Apéndice 18.3 [continúa]

Nombre común	Especie	Uso principal	Hectáreas
Girasol	<i>Helianthus annuus</i>	Alimento	2 200
Granada	<i>Punica granatum</i>	Alimento	2 500
Guanábana	<i>Annona muricata</i>	Alimento	5 100
Higuera	<i>Ficus carica</i>	Alimento	2 200
Jícama	<i>Pachyrhizus erosus</i>	Alimento	3 700
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	Alimento	8 400
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	Alimento	6 000
Mamey	<i>Pouteria sapota</i>	Alimento	3 900
Membrillo	<i>Cydonia oblonga</i>	Alimento	2 500
Nanche	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Alimento	6 800
Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>	Alimento	1 100
Okra	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Alimento	3 600
Olivo	<i>Olea europaea</i> subsp. <i>europaea</i>	Alimento	5 600
Palma africana	<i>Elaeis guineensis</i>	Aceite	3 100
Pimienta	<i>Piper nigrum</i>	Condimento	3 200
Pino piñonero	<i>Pinus cembroides</i>	Alimento	1 300
Rábano	<i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i>	Alimento	2 400
Sávila	<i>Aloe vera</i>	Medicinal	1 000
Tejocote	<i>Crataegus pubescens</i>	Alimento	2 900
Toronja	<i>Citrus ×paradisi</i>	Alimento	7 700
Tuna	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Alimento	2 900
Vainilla	<i>Vanilla planifolia</i>	Condimento	1 300
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	Alimento	5 200
<b>DE 100 A 1 000 HECTÁREAS</b>			
Acelga	<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>	Alimento	600
Achiote	<i>Bixa orellana</i>	Condimento	600
Agapando	<i>Agapanthus africanus</i>	Ornamental	107
Alcachofa	<i>Cynara cardunculus</i>	Alimento	265
Alhelí	<i>Matthiola incana</i>	Ornamental	266
Almendra	<i>Prunus dulcis</i>	Alimento	300
Anís	<i>Pimpinella anisum</i>	Condimento	184
Anona	<i>Annona</i> spp.	Alimento	527
Apio	<i>Apium graveolens</i> var. <i>dulce</i>	Alimento	400
Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i>	Alimento	211
Azalea	<i>Rhododendron</i> spp.	Ornamental	124
Berenjena	<i>Solanum melongena</i>	Alimento	735
Betabel	<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>	Alimento	924
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Alimento	328
Castaño	<i>Castanea sativa</i>	Alimento	145
Centeno	<i>Secale cereale</i> subsp. <i>cereale</i>	Alimento	402



## Apéndice 18.3 [continúa]

Nombre común	Especie	Uso principal	Hectáreas
Cerezo	<i>Prunus</i> spp.	Alimento	303
Chía	<i>Salvia hispanica</i>	Alimento	289
Chinine	<i>Persea schiedeana</i>	Alimento	564
Clavel	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Ornamental	550
Clavo	<i>Syzygium aromaticum</i>	Condimento	378
Col de Bruselas	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>	Alimento	492
Comino	<i>Cuminum cyminum</i>	Condimento	152
Crisantemo	<i>Chrysanthemum</i> × <i>morifolium</i>	Ornamental	206
Cuajinicuil	<i>Inga</i> spp.	Forraje	407
Epazote	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Condimento	134
Estropajo	<i>Luffa aegyptiaca</i>	Fibra	600
Gardenia	<i>Gardenia jasminoides</i>	Ornamental	106
Gladiola	<i>Gladiolus</i> spp.	Ornamental	774
Guaje	<i>Leucaena</i> spp.	Forraje	652
Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Alimento	300
Guayule	<i>Parthenium argentatum</i>	Industrial	117
Ilama	<i>Annona diversifolia</i>	Alimento	700
Jjoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	Industrial	300
Lechuguilla	<i>Agave lechuguilla</i>	Fibra	184
Limón real	<i>Citrus limon</i>	Alimento	161
Limonaria	<i>Murraya paniculata</i>	Ornamental	291
Linaza	<i>Linum usitatissimum</i>	Fibra	125
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	Alimento	200
Macadamia	<i>Macadamia integrifolia</i>	Alimento	222
Malanga	<i>Colocasia esculenta</i>	Alimento	192
Manzanilla	<i>Matricaria recutita</i>	Bebida	249
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	Alimento	500
Mostaza	<i>Brassica</i> spp.	Alimento	115
Nabo	<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>rapa</i>	Alimento	800
Nardo	<i>Polianthes tuberosa</i>	Ornamental	246
Nube	<i>Gypsophila</i> spp.	Ornamental	431
Palma datilera	<i>Phoenix dactylifera</i>	Alimento	800
Pápalo	<i>Porophyllum macrocephalum</i>	Alimento	232
Perejil	<i>Petroselinum crispum</i>	Condimento	173
Pistache	<i>Pistacia vera</i>	Alimento	200
Pitahaya orejona	<i>Hylocereus undatus</i>	Alimento	597
Quelite	<i>Amaranthus</i> spp.	Alimento	224



## Apéndice 18.3 [continúa]

Nombre común	Especie	Uso principal	Hectáreas
Quelite	<i>Amaranthus cruentus</i>	Alimento	700
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i>	Alimento	233
Romeritos	<i>Suaeda nigra</i>	Alimento	200
Rosa	<i>Rosa</i> spp.	Ornamental	537
Trébol	<i>Trifolium repens</i>	Alimento para ganado	700
Triticale	× <i>Triticosecale</i>	Alimento	201
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Alimento	100
Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>	Alimento	169
Zapote negro	<i>Diospyros digyna</i>	Alimento	389
<b>MENOS DE 100 HECTÁREAS</b>			
Achicoria	<i>Cichorium intybus</i>	Alimento	4
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>	Condimento	61
Alcanfor	<i>Cinnamomum camphora</i>	Medicinal	<1
Alcatraz	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Ornamental	33
Algarrobo	<i>Ceratonia siliqua</i>	Saborizante	1
Amole	<i>Chlorogalum pomeridianum</i>	Industrial	3
Árbol de pan	<i>Artocarpus altilis</i>	Alimento	4
Aster	<i>Aster</i> sp.	Ornamental	1
Ave del paraíso	<i>Strelitzia reginae</i>	Ornamental	50
Avellano	<i>Corylus avellana</i>	Alimento	1
Azucena	<i>Lilium longiflorum</i>	Ornamental	40
Berro	<i>Nasturtium officinale</i>	Alimento	15
Camelia	<i>Camellia japonica</i> var. <i>japonica</i>	Ornamental	52
Cáñamo	<i>Cannabis sativa</i>	Fibra	1
Carissa	<i>Carissa grandiflora</i>	Ornamental	8
Chipilín	<i>Crotalaria longirostrata</i>	Alimento	10
Chupandía	<i>Cyrtocarpa procera</i>	Alimento	<1
Colinabo	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i>	Alimento	8
Colza	<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>oleifera</i>	Alimento	38
Coyol	<i>Acrocomia aculeata</i>	Alimento	72
Crotos	<i>Codiaeum variegatum</i> var. <i>variegatum</i>	Ornamental	40
Cuajilote	<i>Parmentiera aculeata</i>	Alimento	2
Dalia	<i>Dahlia</i> spp.	Ornamental	2
Dracena	<i>Dracaena</i> spp.	Ornamental	6
Escarola	<i>Cichorium endivia</i> subsp. <i>endivia</i>	Alimento	4
Estate	<i>Limonium</i> spp.	Ornamental	94
Flor de clavellina	<i>Dianthus barbatus</i>	Ornamental	1





**Apéndice 18.3** [concluye]

Nombre común	Especie	Uso principal	Hectáreas
Frambuesa	<i>Rubus idaeus</i>	Alimento	49
Granada china	<i>Passiflora ligularis</i>	Alimento	84
Grosello	<i>Ribes rubrum</i>	Alimento	23
Hiedra	<i>Hedera helix</i> subsp. <i>helix</i>	Ornamental	6
Hierbabuena	<i>Mentha spicata</i>	Condimento	90
Hierbamora	<i>Solanum nigrum</i>	Alimento	2
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	Industrial	33
Hortencia	<i>Hydrangea macrophylla</i> subsp. <i>macrophylla</i>	Ornamental	5
Huauzontle	<i>Chenopodium berlandieri</i> subsp. <i>nuttalliae</i>	Alimento	98
Jazmín	<i>Jasminum officinale</i>	Ornamental	8
Jengibre	<i>Zingiber officinale</i>	Condimento	2
Kenaf	<i>Hibiscus cannabinu</i>	Fibra	23
Mejorana	<i>Origanum majoran</i>	Condimento	19
Mijo	<i>Panicum miliaceu</i>	Alimento para ganado	93
Mora	<i>Morus nigra</i>	Alimento	76
Naranja china	<i>Fortunella margarita</i>	Alimento	<1
Nectarina	<i>Prunus persica</i> var. <i>nucipersica</i>	Alimento	22
Nochebuena	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Ornamental	3
Nuez de castilla	<i>Juglans regia</i>	Alimento	68
Ñame	<i>Dioscorea</i> spp.	Alimento	11
Pensamiento	<i>Viola xwittrockiana</i>	Ornamental	1
Persimonio	<i>Diospyros kaki</i>	Alimento	42
Petunia	<i>Petunia xhybrida</i>	Ornamental	<1
Piñanona	<i>Monstera deliciosa</i>	Ornamental	2
Piñuela	<i>Bromelia pinguin</i> y <i>B. karatas</i>	Alimento	1
Pipitza	<i>Porophyllum calcicola</i>	Alimento	39
Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i>	Alimento	6
Poro	<i>Allium porrum</i>	Alimento	61
Ruda	<i>Ruta graveolens</i>	Medicinal	7
Salvia	<i>Salvia officinalis</i>	Condimento	17
Siempreviva	<i>Sempervivum</i> spp.	Ornamental	42
Te limón	<i>Cymbopogon citratus</i>	Bebida	37
Tomillo	<i>Thymus vulgare</i>	Condimento	37
Toronjil	<i>Melissa officinalis</i>	Medicinal	2
Zapote amarillo	<i>Pouteria campechiana</i>	Alimento	26
Zarzamora	<i>Rubus</i> spp.	Alimento	89

Fuente: INEGI 1997, 1998.

---

**REFERENCIAS**

- Allem, A.C. 2002. The origins and taxonomy of cassava, en R.J. Hillocks, J.M. Thresh y A.C. Bellotti (eds.), *Cassava: Biology, production and utilization*. CAB International, Londres, pp. 1-16.
- Anderson, E. 1947. Field studies of Guatemalan maize. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **34**: 433-451.
- Aradhya, M.K., R.M. Manshardt, F. Zee y C.W. Morden. 1999. A phylogenetic analysis of the genus *Carica* L. (Caricaceae) based on restriction fragment length variation in a cpDNA intergenic spacer region. *Genetic Resources and Crop Evolution* **46**: 579-586.
- Arellano, E., y A. Casas. 2003. Morphological variation and domestication of *Escontria chiotilla* (Cacataceae) under silvicultural management in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* **50**: 439-453.
- Ashworth, V.E.T.M., y M.T. Clegg. 2003. Microsatellite markers in avocado (*Persea americana* Mill.): Genealogical relationships among cultivated avocado genotypes. *Journal of Heredity* **94**: 407-415.
- Ballesteros, P.G.A. 1999. *Contribuciones al conocimiento del frijol lima (Phaseolus lunatus L.) en América tropical*. Tesis de doctorado, Colegio de Postgraduados, Montecillo.
- Beebe, S., P.W. Skroch, J. Tohme, M.C. Duque, F. Pedraza *et al.* 2000. Structure of genetic diversity among common bean landraces of Middle American origin based on correspondence analysis of RAPD. *Crop Science* **40**: 264-273.
- Benz, B.F. 2001. Archeological evidence of teosinte domestication from Guilá Naquitz, Oaxaca. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **98**: 2104-2106.
- Brandolini, A. 1970. Rasse Europee di maiz. *Maydica* **15**: 5-27.
- Bravo Hollis, H. 1978. *Las cactáceas de México*. Vol. I. UNAM, México.
- Britton, N.L., y J.N. Rose. 1919. *The Cactaceae*. Vol. I. Carnegie Institution of Washington, Washington, D.C.
- Brubaker, C.L., y J.F. Wendel. 1994. Reevaluating the origin of domesticated cotton (*Gossypium hirsutum*; Malvaceae) using nuclear restriction fragment length polymorphisms (RFLPs). *American Journal of Botany* **81**: 1309-1326.
- Brush, S.B., y H.R. Perales. 2007. A maize landscape: Ethnicity and agro-biodiversity in Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **121**: 211-221.
- Casas, A., J. Caballero, A. Valiente-Banuet, J.A. Soriano y P. Dávila. 1999. Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cacataceae) in Central Mexico. *American Journal of Botany* **86**: 522-533.
- Casas, A., A. Otero-Arnaiz, E. Pérez-Negrón y A. Valiente-Banuet. 2007. *In situ* management and domestication of plants in Mesoamerica. *Annals of Botany* **100**: 1101-1115.
- Colunga-GarcíaMarín, P., E. Hernández-Xolocotzi y A. Castillo-Morales. 1986. Variación morfológica, manejo agrícola y grados de domesticación de *Opuntia* spp. en el Bajío guanajuatense. *Agrociencia* **65**: 7-49.
- Colunga-GarcíaMarín, P., E. Estrada-Loera y F. May-Pat. 1996. Patterns of morphological variation, diversity, and domestication of wild and cultivated populations of *Agave* in Yucatán, Mexico. *American Journal of Botany* **83**: 1069-1082.
- Crawford, R.D. 1992. Introduction to Europe and diffusion of domesticated turkeys from the Americas. *Archivos de Zootecnia* **41**(extra): 307-314.
- Crosby, A.W. 1972. *The Columbian exchange: Biological and cultural consequences of 1492*. Greenwood Press, Westport.
- Cutler, H.C., y T.W. Whitaker. 1961. History and distribution of the cultivated cucurbits in the Americas. *American Antiquity* **26**: 469-485.
- De Alba, J. 1997. Polimorfismo en caseína y la calidad de la leche en ganados criollos lecheros. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. Suplemento 5: 21-26.
- De Candolle, A. 1986. *Origin of cultivated plants*. Appleton, Nueva York.
- De la Cruz, M., R. Whitkus, A. Gómez-Pompa y L. Mota-Bravo. 1995. Origin of cacao cultivation. *Nature* **375**: 542-543.
- Delgado-Salinas, A., T. Turley, A. Richman y M. Lavin. 1999. Phylogenetic analysis of the cultivated and wild species of *Phaseolus* (Fabaceae). *Systematic Botany* **23**: 438-460.
- Dillinger, T.L., P. Barriga, S. Escárcega, M. Jiménez, D.S. Lowe *et al.* 2000. Food of the gods: Cure for humanity? A cultural history of the medicinal and ritual use of chocolate. *Journal of Nutrition* **130**: 2057S-2072S.
- Doebley, J. 2004. The genetics of maize evolution. *Annual Review of Genetics* **38**: 37-59.
- Doebley, J.F. 1990. Molecular evidence and the origin of maize. *Economic Botany* **44**: 6-27.
- Dressler, R.L. 1953. The Pre-Columbian cultivated plants of Mexico. *Botanical Museum Leaflets, Harvard University* **16**: 115-172.
- Duval, M.F., J.L. Noyer, X. Perrier, G. Coppens d'Eeckenbrugge y P. Hamon. 2001. Molecular diversity in pineapple assessed by RFLP markers. *Theoretical and Applied Genetics* **102**: 83-90.
- Erickson, D.L., B.S. Smith, A.C. Clarke, D.H. Sandweiss y N. Tuross. 2005. An Asian origin for a 10 000-year-old domesticated plant in the Americas. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **102**: 18315-18320.
- Estrada L., E.I.J. 1989. *El Códice Florentino: su información etnobotánica*. Colegio de Postgraduados, Chapingo.
- Evans, M.M.S., y J.L. Kermicle. 2001. Teosinte crossing barrier 1, a locus governing hybridization of teosinte and maize. *Theoretical and Applied Genetics* **103**: 259-265.

- FAO. 2006. *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agricultural production of primary crops. FAO Statistical Data, Rome*, en <<http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=&version=ext&language=EN>> (consultado en junio de 2006).
- FAO. 2008. *Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT*, en <<http://faostat.fao.org/>> (consultado en marzo de 2008).
- Fiedler, J., G. Bufler y F. Bangerth. 1998. Genetic relationships of avocado (*Persea americana* Mill.) using RAPD markers. *Euphytica* **101**: 249-255.
- Flannery, K.V. 1967. The vertebrate fauna and hunting patterns, en D.S. Byers (ed.), *The prehistory of the Tehuacán Valley*, Vol. 1: *Environment and subsistence*. University of Texas Press, Austin, pp. 132-177.
- Flannery, K.V., y J.C. Wheeler. 1986. Animal food remains from preceramic Guilá Naquitz, en K.V. Flannery (ed.), *Guilá Naquitz, archaic foraging and early agriculture in Oaxaca, Mexico*. Academic Press, Nueva York, pp. 285-295.
- Ford, R.I. 1984. Prehistoric phytogeography of economic plants in Latin America, en D. Stone (ed.), *Pre-Columbian plant migration*. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, vol. 76. Harvard University Press, Cambridge, pp. 175-181.
- Freytag, G.F., y D.G. Debouck. 2002. Taxonomy, distribution, and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae: Papilionoideae) in North America, Mexico, and Central America. *SIDA Botanical Miscellany* **23**.
- Gepts, P., T.C. Osborn, K. Rashka y F.A. Bliss. 1986. Phaseolin-protein variability in wild forms and landraces of the common bean (*Phaseolus vulgaris*): Evidence for multiple centers of domestication. *Economic Botany* **40**: 451-468.
- Gepts, P., y D. Debouck. 1991. Origin, domestication and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), en A. van Schoonhoven y O. Voysest (eds.), *Common beans: Research for crop improvement*. CAB International, Wallingford, pp. 7-53.
- Grant, U.J., W.H. Hatheway, D.H. Timothy, C. Cassalet y L. Roberts. 1963. *Races of maize in Venezuela*. NAS-NRC Publ. 1136, Washington D.C.
- GRIN. 2006. *Genetic Resources Information Network (GRIN). Agricultural Research System, United States Department of Agriculture*, en <<http://www.ars-grin.gov/index.html>> (consultado en julio 2006).
- Grobman, A., W. Salhuana, R. Sevilla y P.C. Mangelsdorf. 1961. *Races of maize in Peru*. Pub. 915. National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, D.C.
- Gunn, B.F. 2004. The phylogeny of Coccoeae (Arecaceae) with emphasis on *Cocos nucifera*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **91**: 505-522.
- Gutiérrez-Salgado, A., P. Gepts y D.G. Debouck. 1995. Evidence for two gene pools of the Lima bean, *Phaseolus lunatus* L., in the Americas. *Genetic Resources and Crop Evolution* **42**: 15-28.
- Guzmán-Díaz, M., M. Rincón-Rabanales y R. Vandame. 2004. *Manejo y conservación de abejas nativas sin aguijón (Apidae: Meliponini)*. Tapachula, Chiapas.
- Harlan, J.R. 1992. *Crops and man*. 2a. ed. ASA, CSSA, Madison.
- Harris, D.R. 1989. An evolutionary continuum of people-plant interaction, en D.R. Harris y G.C. Hillman (eds.), *Foraging and farming*. Unwin Hyman, Londres, pp. 11-26.
- Heiser, C.B. 1965. Cultivated plants and cultural diffusion in nuclear America. *American Anthropologist* **67**: 930-949.
- Heiser, C.B. 1979. Origins of some cultivated New World plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* **10**: 309-326.
- Hernández-Bermejo, J.E., y J. León (eds.). 1994. *Neglected crops: 1492 from a different perspective*. FAO Plant Production and Protection Series No. 26, Roma.
- Hernández Xolocotzi, E. 1971. *Exploración etnobotánica y su metodología*. Colegio de Postgraduados, ENA, SAG, Chapingo.
- Hernández Xolocotzi, E. 1985. *Biología agrícola*. CECSA, México.
- Instituto Nacional Indigenista. 1994. *Flora medicinal indígena de México*, 3 vols. INI, México.
- INEGI. 1997. *Cultivos anuales de México*. VII Censo Agropecuario. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.
- INEGI. 1998. *Cultivos perennes de México*. VII Censo Agropecuario. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.
- INEGI. 2002. *Sistema de clasificación industrial de América del Norte*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, en <<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/censos/scian/scian2002/lib/toc/Mapasitio/defaulttoc.aspx?s=clasifica&tc=1&h=0.n>> (consultado en julio de 2006).
- IPNI. 2006. *The International Plant Names Index*, en <<http://www.ipni.org>> (consultado en julio de 2006).
- Jenkins, J.A. 1948. The origin of the cultivated tomato. *Economic Botany* **2**: 379-392.
- Jobin-Decor, M.P., G.C. Graham, R.J. Henry y R.A. Drew. 1997. RAPD and isozyme analysis of genetic relationships between *Carica papaya* and wild relatives. *Genetic Resources and Crop Evolution* **44**: 471-477.
- Kuleshov, N.N. 1954. Some peculiarities of maize in Asia. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **41**: 271-299.
- Lozoya, X., y M. Lozoya. 1982. *Flora medicinal de México*. Primera parte: *Plantas indígenas*. Instituto Mexicano del Seguro Social, México.
- MacNeish, R.S. 1967. A summary of subsistence, en D.S. Byers (ed.), *The prehistory of the Tehuacán Valley*, vol. 1: *Environment and subsistence*. University of Texas Press, Austin, pp. 290-309.

- Martín del Campo, R. 1964. La zoología del Códice, en M. de la Cruz y J. Badiano, *Libellus de medicinalibus indorum herbis* [1552]. Instituto Mexicano del Seguro Social, México, pp. 285-290.
- Martínez-Castillo, J., D. Zizumbo-Villarreal, P. Gepts y P. Colunga-GarcíaMarín. 2007. Gene flow and genetic structure in the wild-weedy-domesticated complex of *Phaseolus lunatus* L. in its Mesoamerican center of domestication and diversity. *Crop Science* **47**: 58-66.
- Matsuoka, Y., Y. Vigouroux, M.M. Goodman, J. Sánchez G., E. Buckler *et al.* 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **99**: 6080-6084.
- McCleod, M.J., S.I. Guttman y W.H. Eshbaugh. 1982. Early evolution of chili peppers (*Capsicum*). *Economic Botany* **36**: 361-368.
- Medrano, J.A. 2000. Recursos animales locales del centro de México. *Archivos de Zootecnia* **49**: 385-390.
- Méndez-Mendoza, M., J. Serrano-Palapa., R. Ávila-Benítez, M. Rosas-García y N. Méndez-Palacios. 2002. Caracterización morfológica del bovino criollo mixteco. *Archivos de Zootecnia* **51**: 217-221.
- Mhameed, S., D. Sharon, D. Kaufman, E. Lahav, J. Hillel *et al.* 1997. Genetic relationships within avocado (*Persea americana* Mill) cultivars and between *Persea* species. *Theoretical and Applied Genetics* **94**: 279-286.
- Minnis, P.E., M.E. Whalen, J.H. Kelley y J.D. Stewart. 1993. Prehistoric macaw breeding in the North American southwest. *American Antiquity* **58**: 270-276.
- Mock, K.E., T.C. Theimer, O.E. Rhodes, D.L. Greenberg y P. Keim. 2002. Genetic variation across the historical range of the wild turkey (*Meleagris gallopavo*). *Molecular Ecology* **11**: 643-657.
- Montes-Hernández, S., y L.E. Eguiarte. 2002. Genetic structure and indirect estimates of gene flow in three taxa of *Cucurbita* in western Mexico. *American Journal of Botany* **89**: 1156-1163.
- Montes-Hernández, S., L.C. Merrick y L.E. Eguiarte. 2005. Maintenance of squash (*Cucurbita* spp.) landrace diversity by farmers' activities in Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* **52**: 697-707.
- Motamayor, J.C., A.M. Risterucci, P.A. López, C.F. Ortiz, A. Moreno *et al.* 2002. Cacao domestication. I: The origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity* **89**: 380-386.
- Olsen, K.M., y B.A. Schaal. 1999. Evidence on the origin of cassava: Phylogeography of *Manihot esculenta*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **96**: 5586-5591.
- Palacios, X.F. 1998. *Contribution to the estimation of countries interdependence in the area of plant genetic resources*. Background Study Paper No. 7 Rev.1, Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, FAO, Roma.
- Papa, R., y P. Gepts. 2003. Asymmetry of gene flow and differential geographical structure of molecular diversity in wild and domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Mesoamerica. *Theoretical and Applied Genetics* **106**: 239-250.
- Perales, H.R., B.F. Benz y S.B. Brush. 2005. Maize diversity and ethnolinguistic diversity in Chiapas, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **102**: 949-954.
- Pickersgill, B. 1971. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (genus *Capsicum*). *Evolution* **25**: 683-691.
- Pickersgill, B., M.I. Chacón Sánchez y D.G. Debouck. 2003. Multiple domestications and their taxonomic consequences: The example of *Phaseolus vulgaris*. "Rudolf Mansfeld and Plant Genetic Resources" Symposium. *Schriften Genet. Ressourcen* **22**: 71-83.
- Picó, B., y F. Nuez. 2000a. Minor crops of Mesoamerica in early sources (I). Leafy vegetables. *Genetic Resources and Crop Evolution* **47**: 527-540.
- Picó, B., y F. Nuez. 2000b. Minor crops of Mesoamerica in early sources (II). Herbs used as condiments. *Genetic Resources and Crop Evolution* **47**: 541-552.
- 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**: 2101-2103.
- Pohl, M.E.D., D.R. Piperno, K.O. Pope y J.G. Jones. 2007. Microfossil evidence for pre-Columbian maize dispersals in the neotropics from San Andrés, Tabasco, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **104**: 6870-6875.
- Pope, K.O., M.E.D. Pohl, J.G. Jones, D.L. Lentz, C. von Nagy *et al.* 2001. Origin and environmental setting of ancient agriculture in the lowlands of Mesoamerica. *Science* **292**: 1370-1373.
- Price, E.O. 1984. Behavioral aspects of animal domestication. *The Quarterly Review of Biology* **59**: 1-32.
- Price, T.D. 2002. Domesticated birds as a model for the genetics of speciation by sexual selection. *Genetica* **116**: 311-327.
- Ramírez E., R., D.H. Timothy, B.E. Díaz y U.J. Grant. 1960. *Races of maize in Bolivia*. National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, D.C.
- Ramos-Elorduy, J., y J.M. Pino-Moreno. 1989. *Los insectos comestibles en el México antiguo*. AGT Editor, México.
- Renvoize, B. 1972. The area of origin of *Manihot esculenta* as a crop plant. A review of the evidence. *Economic Botany* **26**: 352-360.
- Reyes-Agüero, J.A., J.R. Aguirre R. y F. Carlín C. 2004. Análisis preliminar de la variación morfológica de 38 variantes mexicanas de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, en G. Esparza F., R.D. Valdez Z. y S.J. Méndez G. (eds.), *El nopal, tópicos de actualidad*. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo, México, pp. 21-47.



- Reyes-Agüero, J.A., J.R. Aguirre R. y J.L. Flores F. 2005a. Variación morfológica de *Opuntia* (Cactaceae) en relación con su domesticación en la altiplanicie meridional de México. *Interciencia* **30**:476-484.
- Reyes-Agüero, J.A., J.R. Aguirre R. y H. Hernández. 2005b. Systematic notes and detailed description of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae). *Agrociencia* **39**:395-408.
- Rick, C.M. 1976. Tomato, en N.W. Simmonds (ed.), *Evolution of crop plants*. Longman, Londres, pp. 268-273.
- Roa, A.C., M.M. Maya, M.C. Duque, J. Tohme, A.C. Allem *et al.* 1997. AFLP analysis of relationships among cassava and other *Manihot* species. *Theoretical and Applied Genetics* **95**:741-750.
- Sánchez G., J.J., y L. Ordaz S. 1987. *Systematic and ecogeographic studies on crop gene pools. 2. El teocintle en México*. Distribución y situación actual de las poblaciones. IBPGR, Roma.
- Sánchez G., J.J., T.A. Kato Y., M. Aguilar S., J.M. Hernández C., A. López R. *et al.* 1998. *Distribución y caracterización del teocintle*. Libro técnico núm. 2. CIPAC-INIFAP, México.
- Sánchez G., J.J., M.M. Goodman y C.W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Economic Botany* **54**:43-59.
- Sanjur, O.I., D.R. Piperno, T.C. Andres y L. Wessel-Beaver. 2002. Phylogenetic relationships among domesticated and wild species of *Cucurbita* (Cucurbitaceae) inferred from a mitochondrial gene: Implications for crop plant evolution and areas of origin. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **99**:535-540.
- Sauer, J.D. 1993. *Historical geography of crop plants: A selected roster*. CRC, Boca Ratón.
- Savolainen, P., Z. Ya-ping, L. Jing, J. Lundeberg y T. Leitner. 2002. Genetic evidence for an east Asian origin of domestic dog. *Science* **298**:1610-1613.
- Schultes, R.E. 1984. Amazonian cultigens and their northward and westward migration in Pre-Columbian times, en D. Stone (ed.), *Pre-Columbian plant migration*. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, vol. 76. Harvard University Press, Cambridge, pp. 19-37.
- Sluyter, A., y G. Domínguez. 2006. Early maize (*Zea mays* L.) cultivation in Mexico: Dating sedimentary pollen records and its implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **103**:1147-1151.
- Smith, C.E. 1967. Plant remains, en D.S. Byers (ed.), *The prehistory of the Tehuacán Valley*. Vol. I: *Environment and Subsistence*. University of Texas Press, Austin, pp. 220-255.
- Smith, C.E. 1986. Preceramic plant remains from Guilá Naquitz, en K.V. Flannery (ed.), *Guilá Naquitz, archaic foraging and early agriculture in Oaxaca, Mexico*. Academic Press, Nueva York, pp. 265-284.
- Smith, B.D. 1997. The initial domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10 000 years ago. *Science* **276**:932-934.
- Smith, B.D. 2001. Documenting plant domestication: The confluence of biological and archeological approaches. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **98**:1324-1326.
- Smith, B.D. 2005. Reassessing Coxcatlán Cave and the early history of domesticated plants in Mesoamerica. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **102**:9438-9445.
- Steadman, D.W., M.P. Tellkamp y T.A. Wake. 2003. Prehistoric exploitation of birds on the Pacific coast of Chiapas, Mexico. *Condor* **105**:572-579.
- Tewelde, A. 1997. Los criollos bovinos y los sistemas de producción animal en los trópicos de América Latina. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, Suplemento **5**:13-19.
- Toledo, V.M. 2000. Biodiversity and indigenous peoples, en S. Levin (ed.), *Encyclopedia of biodiversity*, vol. 3. Academic Press, San Diego, pp. 451-463.
- Urbina, M. 1903. Plantas comestibles de los antiguos mexicanos. *Anales del Museo Nacional de México* (segunda época) **I**:503-591.
- Urbina, M. 1906. Raíces comestibles entre los antiguos mexicanos. *Anales del Museo Nacional de México* (segunda época) **III**:117-190.
- Valadez A., R. 1995. *El perro mexicano*. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México.
- Valadez A., R. 1996. *La domesticación animal*. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM-Plaza y Valdés, México.
- Valadez A., R., A. Blanco P., B. Rodríguez G., F. Viniegra R. y K. Olmos J. 1999. El perro maya. ¿Un nuevo tipo de perro prehispánico? *Revista AMMVEPE* **12**:149-159.
- Valadez A., R., A. Blanco P., B. Rodríguez G., F. Viniegra R. y K. Olmos J. 2001. Una quinta raza de perro prehispánica o ¿una segunda especie de lobo mexicano? *Revista AMMVEPE* **12**:149-159.
- Valdés, J., y H. Flores. 1985. [Comentario a la] *Historia de las plantas de Nueva España*, en *Obras completas de Francisco Hernández*, t. VII, UNAM, México, pp. 1-222.
- Van der Werff, H. 2002. A synopsis of *Persea* (Laureaceae) in Central America. *Novon* **12**:575-586.
- Vavilov, N.I., y V.F. Dorofeev. 1992. *Origin and geography of cultivated plants*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Vieyra-Odilón, L., y H. Vivrans. 2001. Weeds as crops: The value of maize field weeds in the Valley of Toluca, Mexico. *Economic Botany* **55**:426-443.
- Vilà, C., P. Savolainen, J.E. Maldonado, I.R. Amorim, J.E. Rice *et al.* 1997. Multiple and ancient origins of the domestic dog. *Science* **276**:1687-1689.
- Vilà, C., J.E. Maldonado y R.K. Wayne. 1999. Phylogenetic relationships, evolution, and genetic diversity of the domestic dog. *The Journal of Heredity* **90**:71-77.
- Villanueva G., R., D.W. Roubik y W. Colli-Ucán. 2005. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán Peninsula. *Bee World* **86**:35-41.



- Wellhausen, E.J., L.M. Roberts, E. Hernández y P.C. Mangelsdorf. 1951. *Razas de maíz en México, su origen, características y distribución*. Folleto técnico, núm. 5. Oficina de Estudios Especiales, S.A.G. México.
- Wendel, J.F., C.L. Brubaker y A.E. Percival. 1992. Genetic diversity in *Gossypium hirsutum* and the origin of upland cotton. *American Journal of Botany* **79**: 1291-1310.
- Wendel, J.F., y R.C. Cronn. 2003. Polyploidy and the evolutionary history of cotton. *Advances in Agronomy* **78**: 139-186.
- Whitkus, R., M. de la Cruz, L. Mota-Bravo y A. Gómez-Pompa. 1998. Genetic diversity and relationships of cacao (*Theobroma cacao* L.) in southern Mexico. *Theoretical and Applied Genetics* **96**: 621-627.
- Wilkes, G.H. 1988. Teosinte and the other wild relatives of maize, en *Recent Advances in the Conservation and Utilization of Genetic Resources*. Proc. Global Maize Germplasm Workshop. CIMMYT, México, pp. 70-80.
- Wilkes, H.G. 1967. *Teosinte: the closest relative of maize*. Bussey Institute, Harvard University, Cambridge.
- Wilkes, H.G. 1977. Hybridization of maize and teosinte in Mexico and Guatemala and the improvement of maize. *Economic Botany* **31**: 254-293.
- Zhang, D., J. Cervantes, Z. Huamán, E. Carey y M. Ghislain. 2000. Assessing genetic diversity of sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] cultivars from tropical America using AFLP. *Genetic Resources and Crop Evolution* **47**: 659-665.
- Zizumbo-Villarreal, D. 1996. History of coconut in Mexico 1549-1810. *Genetic Resources and Crop Evolution* **43**: 505-515.
- Zizumbo-Villarreal, D., P. Colunga-GarcíaMarín, E. Payró de la Cruz, P. Delgado-Valerio y P. Gepts. 2005. Population structure and evolutionary dynamics of wild-weedy-domesticated complexes of common bean in a Mesoamerican region. *Crop Science* **45**: 1073-1083.
- Zolla, C., S. Mata P., D. Méndez G., M.A. Marmolejo M., J.A. Tascón M. et al. 1994. *Diccionario enciclopédico de la medicina tradicional indígena*. Instituto Nacional Indigenista, México.

## ADENDA POSTERIOR A LA IMPRESIÓN DEL LIBRO

Pág. 567. Piperno *et al.* (2009) encontraron evidencias de maíz arqueológico para 8700 A.P. En el refugio de Xihuatotla, Guerrero, a unos 15 km de Iguala, recuperaron fitolitos de gránulos de almidón de maíz. Esta nueva fecha para el registro arqueobotánico más antiguo de maíz es significativamente muy cercana a la propuesta por Matsuoka *et al.* (2002) estimada mediante análisis genético (9188 A.P.).

Pág. 570. Kwak *et al.* (2009) encontraron que los frijoles silvestres más cercanos genéticamente a los domesticados provenían de una región restringida en la cuenca del Río Lerma-Río Grande de Santiago, en los estados de Jalisco y Guanajuato, por lo que proponen que este puede ser su centro de domesticación para México. Esta región se encuentra al norte de la propuesta para la domesticación de maíz por Matsuoka *et al.* (2002) y Vigouroux *et al.* (2008), por lo que su domesticación en Mesoamérica pudo tener un origen difuso y no único. Kwak *et al.* (2009) sugieren que aunque el maíz y frijol coexisten en algunas regiones, el policultivo de maíz con frijol pudo ser un desarrollo posterior.

## Referencias de la adenda

- Kwak, M., J.A. Kami y P. Gepts. 2009. The putative Mesoamerican domestication center of *Phaseolus vulgaris* is located in the Lerma-Santiago Basin of Mexico. *Crop Science* **49**: 554-563.
- Piperno, D.R., A.J. Ranere, I. Holst, J. Iriarte y R. Dickau. 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**: 5019-5024.
- Vigouroux, Y., J.D. Glaubitz, Y. Matsuoka, M.M. Goodman, J. Sánchez G. y J. Doebley. 2008. Population structure and genetic diversity of New World maize races assessed by DNA microsatellites. *American Journal of Botany* **95**: 1240-1253.