

El proceso de domesticación en las plantas

Fermín Díaz Guillén

LA APARICIÓN DE LA AGRICULTURA

Si el hombre se preguntara: ¿Cuál es la invención más importante de la humanidad? Sin duda alguna la respuesta sería “la agricultura”. Su adopción cambió radicalmente las formas de vida de los hombres cazadores-recolectores. Desde la aparición de la agricultura en el mundo, el hombre se enfrentó con problemas cada vez mayores de sanidad, polución y enfermedades contagiosas, y, simbólicamente, abandonó el mundo natural y lo sustituyó por otro de ocultas presiones sociales, más artificiales y amenazadoras. Pero también la agricultura activó en gran

medida los avances que ya habían comenzado a aparecer entre algunos cazadores-recolectores que habitaban en lugares apropiados. Favoreció los establecimientos sedentarios, inspiró el invento de nuevos útiles y técnicas que estimularon la aparición de artes y oficios. Favoreció un notable incremento de la población, no sólo de familias más numerosas, sino también de sociedades mayores y más complejas, fomentando el comercio y las comunicaciones entre un gran número de personas, conduciendo a la aparición de un sistema de gobierno. Las evidencias nos dicen que la agricultura surge en el holoceno, hace unos diez mil años. Al menos se reconocen cinco zonas

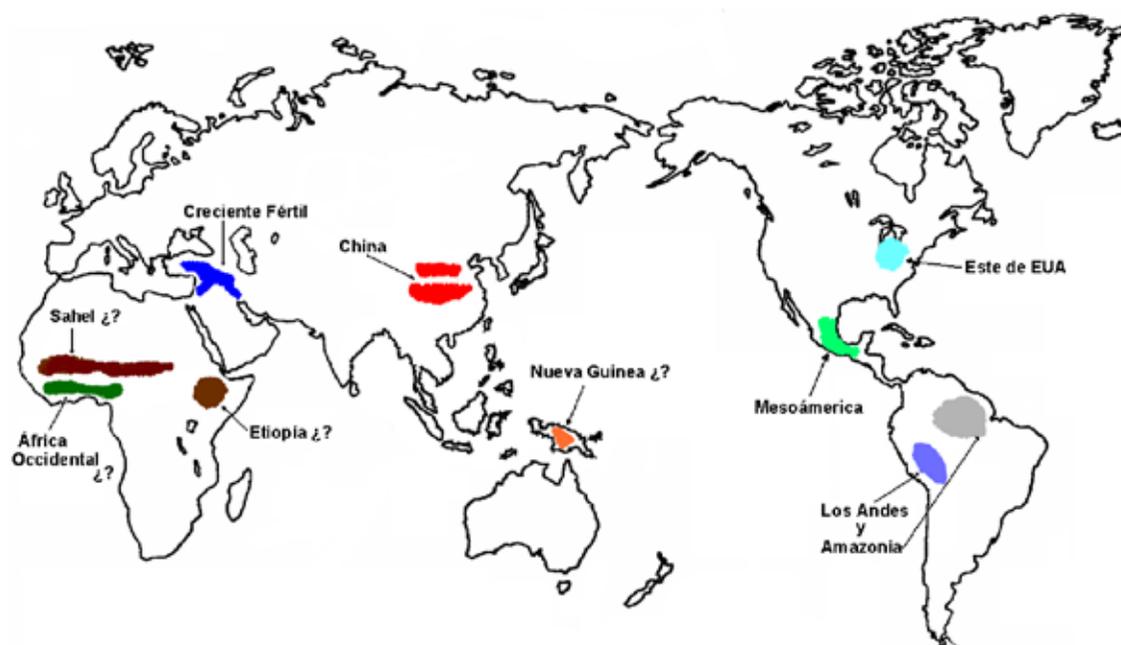


FIGURA I

Zonas donde apareció la agricultura. Los signos de interrogación indican duda sobre si realmente la agricultura apareció independientemente sin influencia de la difusión de otros sitios. Basado en Diamond (1997).

independientes para la aparición de la agricultura y, por lo tanto, de plantas domesticadas. Aparece primero en el Medio Oriente, 9 600 a 8 500 antes de nuestra era (a. n. e.), siendo el trigo (*Triticum monococcum* y *T. dicoccum*) y la cebada (*Hordeum vulgare*) los primeros cereales domesticados. Después en China, alrededor de 7 500 años a. n. e., donde se domestica el arroz (*Oryza sativa*) y la soja (*Glycine max*). En Mesoamérica aparece 3 500 a. n. e., domesticándose el maíz (*Zea mays*), el frijol (*Phaseolus lunatus* y *P. vulgaris*) y la calabaza (*Curcubita pepo*). También se lleva a cabo en los Andes y la Amazonia, 3 500 a 2 500 a. n. e., aquí se domestica la papa (*Solanum tuberosum*) y la mandioca (*Manihot esculenta*). Finalmente en el Este de los Estados Unidos de América, 2 500 a. n. e., donde se domestica el girasol (*Helianthus annuus*) y un tipo de quenopodio (*Chenopodium berlandieri*). Hay otras zonas donde aparentemente se llevó a cabo la domesticación, al menos un par de plantas. Pero existe cierta duda acerca de si la domesticación tuvo lugar realmente sin influencia de la difusión de la producción de alimentos desde otros centros: Sahel, África, 5 000 a. n. e., donde hay evidencias de domesticación de sorgo (*Sorghum bicolor*) y arroz africano (*Oryza glaberrima*). África Occidental tropical, 3 000 a. n. e., se domestica ñames (*Dioscorea cayenensis*) y palma de aceite (*Elaeis guineensis*). Etiopía, sin fecha precisa, se domestica el café (*Coffea arabica*) y el teff (*Eragrostis tef*). Finalmente Nueva Guinea, 7 500 a. n. e., donde se domestican la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y el plátano (*Musa paradisiaca*) (Figura 1) (Diamond, 1997; 2002). Sólo son algunos ejemplos de algunas plantas domesticadas en las diferentes zonas donde aparece la agricultura.

Se ha propuesto que la adopción de la agricultura se debió a presiones en la disponibilidad de recursos, forzando a los humanos a intensificar la producción de alimentos. Las presiones se han atribuido a cambios ambientales (Wright, 1977). Otro escenario sugerido es que la agricultura se origina donde la disponibilidad de alimentos era suficiente, permitiendo tiempo libre y así el desarrollo de experimentos en el manejo de plantas, llevando paulatinamente a su cultivo (Saber, 1952). Es en el holoceno, en comparación al pleistoceno, un periodo donde existe un clima más estable permitiendo la evolución de la agricultura en bastas áreas relativamente calurosas, húmedas y/o con acceso a la irrigación (Richerson *et al.*, 2001). Blumler y Byrne (1991) sugieren que la agricultura es consecuencia de la evolución tecnológica para manejar plantas y la evolución de plantas con fenotipos domesticables en las comunidades vegetales silvestres. Finalmente, otros autores sugieren causas multivariadas sobre el origen de la agricultura, es decir, tanto las pre-

siones por recursos como el desarrollo de tecnología por parte de los humanos jugaron un papel esencial (Figura 2) (Flannery, 1986; MacNeish, 1992).

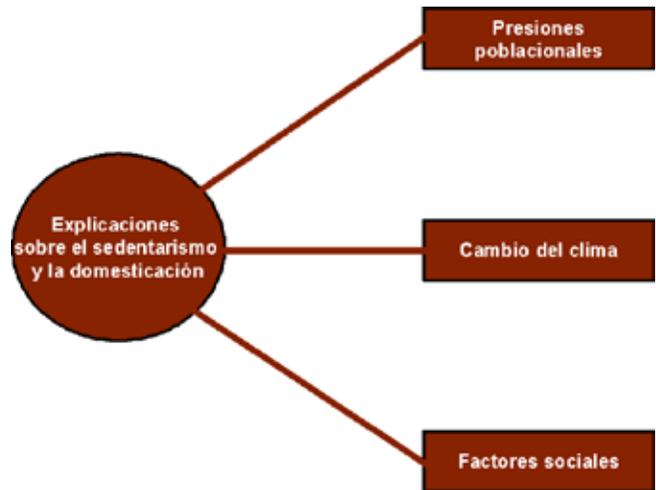


FIGURA 2

Origen de la agricultura. Las presiones poblacionales y cambios en el clima han sido desde hace tiempo los candidatos para la iniciación del sedentarismo y la domesticación. En recientes tiempos se ha puesto atención a factores concernientes a la complejidad social.

Basado en Lewin (2005).

DIFERENCIAS ENTRE RECOLECCIÓN DE PLANTAS Y AGRICULTURA

Para Braidwood (1960) la principal diferencia entre la recolección de plantas y la agricultura es que mientras la recolección implica la cosecha directa de productos naturales, la agricultura constituye un proceso de producción a través del cual la naturaleza es transformada para controlar la disponibilidad de los recursos. Sin embargo, Casas y colaboradores (1997) nos dice que hay estudios arqueológicos, etnográficos y etnobotánicos donde se muestran evidencias sobre sistemas de producción de alimentos, cuya definición como agricultura no es fácilmente aceptada. Dichos sistemas se han basado en la manipulación de poblaciones o comunidades de plantas silvestres con la finalidad de optimizar su uso, constituyendo sistemas silvícolas. Hay controversia sobre la contribución de estos sistemas a la domesticación y al origen de la agricultura. Harlan (1975) considera que este tipo de sistemas contribuyeron poco o nada para la agricultura y domesticación de plantas. En cambio Harris (1996) consideran estos tipos de sistemas como el preámbulo del manejo agrícola, es decir, una agricultura incipiente. Algunas formas de manipulación de estos sistemas fueron quemadas, talas intensivas, manejo del agua, entre otras formas de perturbación de la vegetación natural, con el único fin de promover la abundancia

de ciertos organismos de plantas específicas. Entonces, siguiendo a Rindos (1984), respecto a los orígenes de la agricultura, durante su desarrollo temprano, los humanos establecieron una relación simbiótica y coevolutiva con la vegetación de su entorno, en la que los primeros son agentes de dispersión y la segunda la proveedora de productos básicos para la subsistencia humana.

SELECCIÓN ARTIFICIAL Y DOMESTICACIÓN

Para cultivar una especie silvestre es necesario modificar el esquema genético resultante de procesos de selección natural a otro adaptado a condiciones manejadas por el hombre y a otros propósitos antropocéntricos (Hernández-X, 1985). Es decir, un manejo agrícola incluye también mecanismos de manipulación de los genotipos de las plantas por el hombre, siendo dicha manipulación la actividad cultural que permite al hombre adecuar la diversidad biológica a las necesidades de la sociedad humana, y por lo tanto, a las condiciones artificiales de manejo (Casas y Caballero, 1995) ¿Cómo se lleva a cabo esta manipulación? Se lleva a cabo a través de una forma muy particular de selección: la selección artificial. Además de esa manipulación también resulta el proceso evolutivo de la domesticación. Es Darwin en dos de sus obras, *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life* (1859) y *The variation of plants and animals under domestication* (1868), quien primero describe cómo opera la selección artificial, tanto en plantas como animales, favoreciendo la sobrevivencia de las variantes deseables y eliminando las indeseables. Aunque la agricultura es un proceso productivo en el cual están involucrados tanto el cultivo como la domesticación de plantas, estos dos últimos no son sinónimos. El concepto cultivo incluye un conjunto de formas de manejo, ya sea de poblaciones o comunidades vegetales, mientras que la domesticación es un proceso evolutivo que resulta de manipular los genotipos de las

plantas y no necesariamente se logra con sólo manejar el ambiente (Casas *et al.*, 1997). Es decir, la domesticación puede ocurrir a través de formas de manejo no agrícola, no consideradas formas de cultivo (Rindos, 1984). La domesticación se define, por tanto, como un proceso de selección genética continuo (consciente o inconscientemente) ejercida por los humanos durante la adaptación de plantas y animales, que puede ser para el cultivo o crianza, respectivamente (Gepts y Papa, 2002; Gepts, 2004a). En lo que respecta a las plantas, este proceso genera cambios morfológicos, fisiológicos y genéticos.

CAMBIOS ASOCIADOS A LA DOMESTICACIÓN

Cuando las plantas cultivadas son comparadas con sus parientes silvestres, se puede observar diferentes cambios en varios rasgos, resultado de la evolución bajo domesticación. Debido a que estos cambios suceden ampliamente y

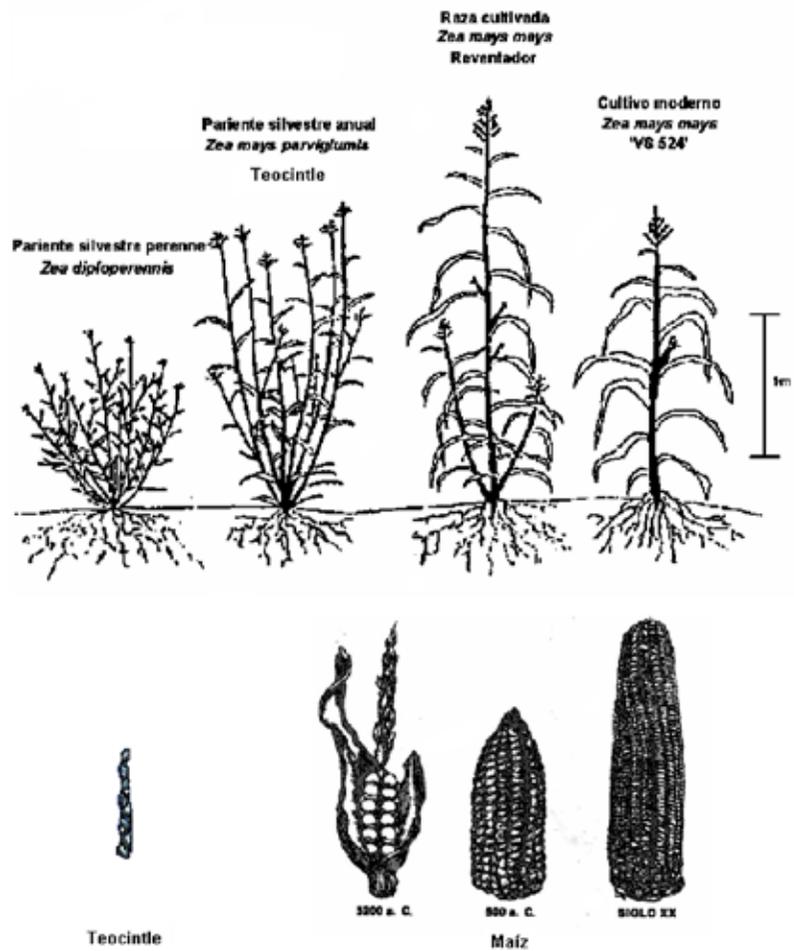


FIGURA 3

Una planta de maíz posee de uno o tres tallos gruesos, portador (es) de una o dos grandes mazorcas. Sin embargo, el maíz deriva de una planta silvestre llamada teocintle, cuyos individuos son bien distintos a los del maíz; cada uno de ellos consta de media docena o más tallos de menores tamaños y delgados, portadores de numerosas espigas pequeñas (de unos 6 o 7 cm de longitud) y con una sola hilera de granos. Además, esos granos tienen un aspecto triangular, bien distinto del grano cuadrangular del maíz. Figura tomada de Rosenthal y Welter (1995).

son comunes en las diferentes plantas domesticadas, a este conjunto de rasgos se les ha denominado síndrome de la domesticación. Un primer cambio observado en los domesticados es la pérdida de mecanismos de dispersión, relacionado con la falta de una zona de abscisión. Otro cambio asociado a la domesticación es el incremento del tamaño de la planta, marcado especialmente en la parte cosechada por el humano. También se ha observado cambios en las características de historia de vida. Por ejemplo, cambios en el tipo de germinación, debido a una selección disruptiva en ambientes agrícolas contra ambientes naturales. Asimismo, cambios en la arquitectura ya que la selección de un mayor índice de cosecha (la razón cosechada para el total de biomasa cosechada) puede reducir o suprimir las ramas laterales (Gepts, 2004b; Pickersgill, 2007). Igualmente, gran sincronización de la maduración de frutos y semillas, permitiendo cosecharlos en un periodo determinado. Otro cambio asociado es la pérdida de latencia de las semillas, ya que una germinación rápida y uniforme es necesaria si se pretende que el cultivo se establezca antes de tener serias competencias con otras plantas. Igualmente, muchos domesticados cuando se les compara contra sus parientes silvestres presentan una pérdida o reducción de mecanismos de defensas contra enemigos naturales (Figura 3).

Finalmente, el largo periodo de coexistencia del hombre y plantas ha resultado en un conocimiento biológico y ecológico de estas últimas, amplia y profundamente. Probablemente, este conocimiento se aplicó en la fase inicial, cuando no se conocían los principios de la herencia. Posteriormente, el conocimiento científico de los mecanismos hereditarios condujo al mejoramiento genético y, por último, el más vasto y profundo conocimiento de la genética ha permitido al hombre manipular los genes de los organismos domesticados, tal como se ve en la actualidad, culminando en la aplicación de la biotecnología y la biología molecular. •

Literatura citada

Braidwood, R. J. 1960. The agricultural revolution. *Scientific American* 203: 131-148.
 Casas, A., Caballero, J., Mapes, C. y Zárate, S. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61: 31-47.

Casas, A. y Caballero, J. 1995. Domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Ciencias* 40: 36-45.
 Darwin, Ch. R. 1859. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. John Murray. London.
 Darwin, Ch. R. 1868. *The Variation of Plants and Animals Under Domestication*. John Murray. London.
 Diamond, J. 1997. *Guns, Germs, and Steel: the Fates of Human Societies*. Norton, New York.
 Diamond, J. 2002. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature* 418: 700-707.
 Flannery, K. V. 1986. *Guilá Naquitz*. Academic Press. New York.
 Gepts, P. y Papa, R. 2002. Evolution during domestication. En: *Encyclopedia of Life Sciences*. Macmillan Publishers Ltd. 1-7.
 Gepts, P. 2004a. Plant and animal domestication as human-made evolution. En: J. Cracraft and R. W. Bybee Eds. *Evolutionary Science and Society: Educating a New Generation*. American Institute of Biological Science, Washington, DC. 180-186.
 Gepts, P. 2004b. Crop domestication as a long-term selection experiment. En: Janick J. Ed. *Plant Breeding Reviews, Volume 24, Part 2*. John Wiley & Sons, Inc.
 Harlan, J. R. 1975. *Crops and man*. Foundation for modern cropscience series. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin.
 Harris, D. R. 1996. The origins and spread of agriculture and pastoralism in Eurasia: an overview. En: Harris D. R. Ed. *The Origins and Spread of Agriculture and Pastoralism in Eurasia*. University College London Press. London. 552-573.
 Hernández-X. 1985. *Biología Agrícola*. CESCA. México.
 Lewin, R. 2005. *Human Evolution An Illustrated Introduction*. Fifth Edition. Blackwell Publishing Ltd. UK.
 McNeish, R. S. 1992. *The Origins of Agriculture and Settled Life*. University of Oklahoma Press. Norman and London.
 Pickersgill, B. 2007. Domestication of plants in the Americas: Insights from Mendelian and molecular genetics. *Annals of Botany* 100: 925-940.
 Richerson, P. J., Boyd, R. y Bettinger, R. L. 2001. Was agriculture imposible during the Pleistocene but mandatory during the holocene? A climate change hypothesis. *American Antiquity* 66: 387-411.
 Rindos, D. 1984. *The Origins of Agriculture: an evolutionary perspective*. Academic Press. Orlando.
 Rosenthal, J. P. y Welter, S. C. 1995. Tolerance to herbivory by a stem-boring caterpillar in architecturally distinct maize and wild relatives. *Oecologia* 102: 146-155.
 Sauer, C. O. 1952. *Agricultural Origins and Dispersals*. MIT Press. Cambridge, Mass.
 Wrigth H. E. 1977. Environmental change and origins of agriculture in the Old and New Worlds. En: Reed C. Ed. *Origins of Agriculture*. Mouton Publishers. The Hague. 281-320.

FERMÍN DÍAZ GUILLÉN. Maestro en Biología por la Unidad Iztapalapa de la UAM. Contacto: fermindg@hotmail.com

