

*DIVERSIDADE BIOLÓGICA NA AGRICULTURA PERIURBANA DO
DISTRITO FEDERAL, MÉXICO*

*DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN LA AGRICULTURA PERIURBANA
DEL DISTRITO FEDERAL, MÉXICO*

*BIODIVERSITY OF THE PERI-URBAN AGRICULTURE IN MEXICO
CITY, MEXICO*

Hiran Moran

Ramon Soriano-Robles

Área de Investigación en Desarrollo Agropecuario Sustentable

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

Departamento de Biología de la Reproducción.

Av. San Rafael Atlixco 186. México, D.F. 09340

Tel: + 52 (55) 58 04 46 00 ext. 2721

Fax: + 52 (5) 8 04 49 30.

E-mail: shimbamb@gmail.com

ramon@xanum.uam.mx

Resumo

O México é o centro de origem e de plantio de uma diversidade de cultivos que hoje são consumidos nos arredores do mundo. Alguns destes produtos se adaptaram e se estabeleceram no centro do país graças à prática agrícola desenvolvida pelos povos que ali floresceram. Onde hoje é a Cidade do México, preserva-se um sistema agrícola ecológico que se caracteriza por combinar em policultivos uma grande diversidade de espécies como milho, feijão, amaranto, aveia, abóbora, pimenta, haba, huauzontle e nopal (um tipo de cactus), a partir de práticas tradicionais com tendências à sustentabilidade. De todos estes cultivos, o milho e o amaranto desempenham um papel central, visto que em torno deles se desenvolve a maioria das atividades produtivas que constituem parte do patrimônio biológico e cultural da região. A conservação e o aproveitamento de sua diversidade, apoiados no conhecimento técnico e científico do enfoque participativo, permitirão orientar o potencial genético dos cultivos nativos para um desenvolvimento agrícola local e para a sustentabilidade da Região Metropolitana da Cidade do México. Aliado a isso, pode surgir alternativas para enfrentar a crise de alimentos agrícolas a nível mundial.

Palavras Chave: Biodiversidade; Desenvolvimento Agrícola; Agricultura Tradicional.



Resumen

México es centro de origen y domesticación de una diversidad de cultivos que ahora son consumidos alrededor del mundo, algunos de éstos se adaptaron y establecieron en el centro del país gracias a la práctica agrícola desarrollada por las culturas que ahí florecieron. En lo que hoy es la Ciudad de México se preserva un agroecosistema que se caracteriza por combinar en poli-cultivos una gran diversidad de especies, como el maíz, frijol, amaranto, avena, calabaza, chile, haba, huauzontle y nopal, siguiendo prácticas tradicionales y con tendencias hacia la sustentabilidad. De ellos, el maíz (*Zea mays* L.) y el amaranto (*Amaranthus* spp.) desempeñan un papel central, ya que en torno a éstos se llevan a cabo la mayoría de las actividades productivas y constituyen parte del patrimonio biológico y cultural de la región periurbana. La conservación y aprovechamiento de su diversidad, apoyados en el conocimiento técnico-científico y el enfoque participativo, permitirán dirigir el potencial genético de los cultivos nativos hacia el desarrollo agrícola local y la sustentabilidad de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Aunado a ello se pueden aportar alternativas para enfrentar la crisis agroalimentaria a nivel mundial.

Palabras-Clave: Biodiversidad, desarrollo agrícola, agricultura tradicional

Abstract

Mexico is the center of origin and domestication of a variety of crops that are now consumed worldwide. Some of them were adapted and settled in the center of the country through agricultural practices developed by historical cultures found in this region. In the place where now is the Mexico City, is until preserved an agro-ecosystem characterized by its multi cropping practices, combining a variety of species such as maize, beans, amaranth, oats, squash, peppers, beans, nopal and goosefoot. Its technological practices are traditional and this trend toward sustainability. Maize (*Zea mays* L.) and amaranth (*Amaranthus* spp.) play a central role because around these most of the productive activities are performed. Also, maize and amaranth are part of the biological and cultural heritage of Mexico City. The conservation and utilization of its diversity, supported by technical-scientific knowledge and the participatory approach, will enhance the genetic potential of native crops. This will help the local agricultural development and the sustainability of the Metropolitan Zone of Mexico City. Added to this, the biodiversity of the urban agriculture of Mexico City might provide alternatives to an eventual global food crisis.

Keywords: Mexico City, biodiversity, agricultural development, traditional agriculture.

Introducción

La década de los setentas surgió la biología de la conservación como una disciplina científica que respondía a la preocupación por la inminente pérdida de la



diversidad biológica (SIMBERLOFF, 1988, p.473), desde entonces se ocupa de explorar las causas de la disminución y la rareza de especies, así como de disminuir los problemas de las poblaciones amenazadas. En un principio, la disciplina se enfocó a la conservación de la diversidad en estado silvestre, pero con la Conferencia de la FAO en 1983 y la Convención para la Diversidad Biológica en 1992 se reconoció la importancia de conservar y aprovechar la agrobiodiversidad o biodiversidad agrícola, que incluye el conjunto de vegetales (cultivados y silvestres), animales (domésticos y en estado salvaje) y microorganismos de relevancia para la alimentación y la agricultura, mismos que aseguran la productividad, estabilidad y sustentabilidad de los agroecosistemas. Estos recursos han sido resultado no sólo de la selección natural, sino también de las actividades humanas que desde hace miles de años buscaron su bienestar social en los recursos biológicos disponibles (COLLINS Y HAWTIN, 1999, p.268; NEGRI, 2005, p.4).

De manera particular, se reconocen como Recursos Fitogenéticos a la diversidad de material genético vegetal que tiene importancia actual o potencial para la alimentación y la agricultura. Dentro de ellos se ubican las variedades tradicionales o nativas, distintivas geográfica o ecológicamente, cuya composición genética es diversa tanto entre como dentro de ella y que se han originado por la selección de los productores durante siglos o incluso milenios (RHOADES Y NAZAREA, 1999, p.216; BIODIVERSITY, 2009). Actualmente ya es reconocido que la tasa de pérdida de estas variedades se ha incrementado con la modernización e internacionalización de la agricultura y que su conservación depende inicialmente de soluciones a nivel local basadas en los conocimientos y experiencia de los productores y apoyados por el conocimiento científico para mejorar sus prácticas de cultivo (CLEVELAND *et al.*, 1994, p.740).

Entre las consideraciones que deben tomarse en cuenta para la conservación de los Recursos Fitogenéticos se han señalado las siguientes: a) Identificar centros de agrobiodiversidad que posean productos importantes a nivel local. b) Utilizar el conocimiento de los agricultores en cuanto a la selección, cultivo, uso y características agronómicas y genéticas de sus recursos. c) Incrementar la disponibilidad de semillas a través de redes de intercambio o bancos de semilla comunitarios, así como la reintroducción de variedades desplazadas. d) Diversificar productos y oportunidades de



ingreso para los productores identificando productos que puedan tener potencial agroindustrial o de exportación. e) Reducir la dependencia de insumos externos, ponderando plenamente el costo total de los materiales genéticos foráneos. f) Conservar la estructura de los ecosistemas productivos haciendo los sistemas agrícolas más estables y sostenibles. g) Aumentar el empoderamiento de agricultores, haciéndolos partícipes de las actividades de investigación y conservación e incorporando los conocimientos locales a los técnicos, de manera que se integre el conocimiento científico con el conocimiento local (JANA, 1999, p.564-567; ARIAS *et al.*, 2004, p.36-37; GRANADOS *et al.*, 2004, p. 108).

Las poblaciones humanas que se establecieron en la región Centro y Sur de México cultivaron y domesticaron un gran número de especies de plantas, por lo que actualmente esta región se reconoce como uno de los principales centros de diversidad a nivel mundial. Las evidencias antropológicas indican que uno de los cultivos más importantes desde entonces y hasta nuestros días es el maíz (*Zea mays* L.), que junto con el amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*), el frijol (*Phaseolus vulgaris*), la calabaza (*Cucurbita* spp.), chía (*Salvia hispanica*) y el chile (*Capsicum* spp.) conformaron la base alimenticia y el acervo agrícola de las culturas que florecieron en esta región (VELASCO y HEYDEN, 1990, p.8). De manera particular, el área que ocupa actualmente el Distrito Federal abarca lo que era la Cuenca de México, donde desde el periodo preclásico (2,500-400 A. C.) se inició la domesticación de algunas plantas que resultaron esenciales para el desarrollo de las subsecuentes etapas culturales. Entre las más importantes se cuentan el maíz, la calabaza, el chile, el aguacate, el guaje, el zapote negro y el blanco, el amaranto, el frijol y el algodón (GARCÍA, 2009). Para el periodo Postclásico (950-1520 D. C.) ya se había establecido el agroecosistema de cultivo intensivo de la “chinampa”, que consiste en una serie de terrenos de forma irregular que se asientan de manera artificial en el entorno lacustre, al haberse recuperado terrenos en las riberas del Lago de Texcoco (SORIANO *et al.*, 2002, p.16).

Este sistema fue la base del sustento alimenticio de los cerca de 200,000 habitantes de Tenochtitlan durante el imperio Azteca (POPPER, 1995, p.2). Al mismo tiempo, se fueron construyendo terrazas en las partes elevadas del sureste de la cuenca para el establecimiento de la milpa prehispánica, donde se producían las plantas consumidas regularmente. Dichas terrazas se mantienen hasta nuestros días en la franja



peri-urbana de la Ciudad de México, que es la interfase entre el suelo de uso agrícola y el urbano. A partir de los años sesentas los asentamientos urbanos se expandieron hacia los terrenos agrícolas, poniendo en riesgo la conservación de la agrobiodiversidad del ecosistema ahí establecido (TORRES Y RODRÍGUEZ, 2008, p.196). Ante ello, con el apoyo del ICyTDF se inició en 2008 el estudio de los recursos fitogenéticos que se mantienen en la zona sureste del DF, en particular de aquellos que se cultivan en las terrazas de Xochimilco y asociadas con el cultivo del amaranto, por ser éste un recurso nativo escasamente investigado y con un amplio potencial alimenticio.

Área de estudio

El Distrito Federal (D. F.) es el punto medular de lo que se conoce como Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) que incluye a numerosos municipios de los Estados de México, Morelos e Hidalgo. La ZMCM ha sido el principal sitio de aglomeración del país, pasando de 1.5 millones de personas en 1940 a 18 millones en el año 2000 (GALINDO *et al.*, 2004).

Actualmente en siete (Álvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco) de las 16 delegaciones del D. F. se desarrollan actividades rurales bajo nuevas prácticas agrícolas o siguiendo esquemas tradicionales, reconocidas recientemente como Agricultura Urbana, por desarrollarse ya sea dentro (intraurbana) o en la periferia (peri-urbana) de la ciudad (MOUGEOT, 2001, p.7).

La Delegación Xochimilco es una de las demarcaciones urbano-rurales de la zona sureste del Distrito Federal (Figura 1), pertenece a la parte norte de la Sierra Volcánica Transversal del Cuauhtzin y del Ajusco (Axochco), correspondiente a la era Cenozoica. Cuenta con una superficie de 122 Km², 47% de uso rural; su población asciende a los 368,798 habitantes (180,763 son hombres y 188,035 mujeres). Forman la población económicamente activa 146,236 personas, dedicadas principalmente a la producción manufacturera, la construcción, la minería y en tareas agropecuarias se ocupa alrededor del 3 %, con una edad entre los 30 y 70 años (INEGI, 2000). Alrededor del 1.5 % de sus habitantes hablan alguna lengua indígena: náhuatl, otomí, mixteco, zapoteco, mazateco y mazahua. En la jurisdicción se hallan los Pueblos de San Andrés



Ahuayucan, San Francisco Tlalnepantla, San Gregorio Atlapulco, San Lorenzo Atemoaya, San Lucas Xochimanca, San Luis Tlaxialtemalco, San Mateo Xalpa, Santa Cecilia Tepetlapa, Santa Cruz Acapulxica, Santa Cruz Xochitepec, Santa María Nativitas, Santa María Tepepan, Santiago Tepalcatlalpan y Santiago Tulyehualco.

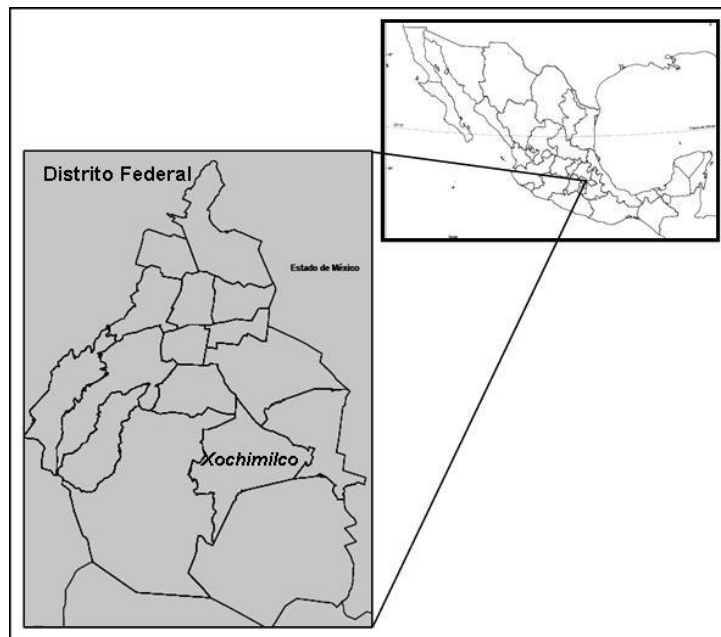


Figura 1. Localización geográfica de la Delegación Xochimilco en el Distrito Federal, México.

Este último se localiza en la ribera sur de la zona lacustre, donde se practica la agricultura en las chinampas y terrazas de la falda del volcán Teuhtli, ubicado a los $19^{\circ}13' 25''$ de Latitud Norte y $99^{\circ}01'48''$ de Longitud Oeste, entre los 2500 y 2625 msnm. El clima en la zona alrededor del Teuhtli es templado húmedo con lluvias en verano, temperatura media anual 14.7°C y precipitación pluvial 769 mm; la temporada de lluvias inicia en mayo y termina en septiembre, con mayor precipitación en julio y agosto. El suelo es de origen volcánico, ricos en materia orgánica, principalmente nitrógeno, en la zona de llanura, mientras que en las zonas altas predomina un suelo migajón arenoso pobre en materia orgánica debido a la erosión del suelo ocasionada por la tala inmoderada del ahora escaso bosque de encino, reemplazado por terrazas de cultivo que actualmente ocupan 800 hectáreas distribuidas en los llanos, cerros y barrancas (BRAVO, 2009, p.8).



Maíz y amaranto, bases del agroecosistema

La fundación del Pueblo de Santiago Tulyehualco tiene orígenes tanto prehispánicos como posteriores a la conquista española y sus productos agrícolas son muestra de ello. Como se mencionó anteriormente, el maíz y el amaranto son los cultivos de tradición mesoamericana, sin embargo, con el establecimiento de los primeros misioneros franciscanos se introdujo el cultivo del olivo (*Olea europea*), ya que las condiciones del lugar eran propicias para su desarrollo (RAMÍREZ, 2007, p.152). En la actualidad la producción de éste es reducida debido a la deforestación de los terrenos y la urbanización de los mismos. Por otro lado, se ha encontrado que la diversidad entre y dentro de las especies es relevante.

En años recientes, los recursos genéticos del maíz presentes en el suelo agrícola del Distrito Federal y sus sistemas de producción está siendo estudiados por iniciativa de instituciones educativas, grupos no gubernamentales e investigadores, quienes apoyados por el Gobierno del Distrito Federal a través de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal y la Secretaría del Medio Ambiente promueven la colecta, conservación y protección del maíz criollo (SERRATOS, 2009). En los terrenos de Tulyehualco, la mayoría de los productores acostumbran establecer parcelas de maíz siguiendo las labores tradicionales de preparación de la tierra y también utilizan herramientas tradicionales como el tlalacho, machete, arado, coa, pala, azadón, hoz, pizcador, ayates y costales, mientras que el uso de tractor se limita a los terrenos con acceso y pendiente propicia y el uso de agroquímicos a la capacidad de compra de las familias por lo que acostumbran aplicar abono orgánico como excremento de borrego, caballo, vacuno o lombricomposta; los cultivos dependen de la precipitación pluvial, conocido como temporal (MORALES Y SERRATOS, 2008, p.10).

De las 65 razas de maíz que se han identificado en México, es posible que las razas Chalqueño, Cónico, Palomero, Arrocillo y Elotes Cónicos se encuentren en estos terrenos ya que los productores de maíz del Distrito Federal han mantenido una gran diversidad de maíces como parte de su identidad y patrimonio cultural y biológico



(SERRATOS, 2009), han sido cuidadosos con el origen de sus semillas y con el destino de sus cosechas, que básicamente es para el autoconsumo o venta en el mercado local. La tradición de sembrar el maíz con otras plantas como policultivos, asociación de cultivos y rotación de cultivos, con el fin de obtener mayor producción, reducir el riesgo de un ataque de plagas y conservar la calidad nutricional de los suelos constituye parte del conocimiento mesoamericano transmitido oralmente de generación en generación y que aun prevalece en la agricultura periurbana de Tulyehualco, donde se siembran desde tres hasta 12 cultivos. Uno de ellos es el amaranto, cuya especie *Amaranthus hypochondriacus* se considera que fue domesticada en la parte central de México (ESPITIA, 1994, p.24; WILLIAMS y BRENNER, 1995, p.136) y actualmente representa parte de la identidad de la localidad. Antes de la llegada de los españoles el cultivo del amaranto era uno de los más importantes en América, hallazgos recientes muestran que fue esencial en la alimentación de la cultura Tolteca incluso más que el maíz, ya que evitó que estas tribus pasaran hambrunas durante las épocas de sequías (El UNIVERSAL, 2008). Sin embargo, algunas referencias antropológicas señalan que durante la época de la conquista española su cultivo y consumo en Mesoamérica estuvo prohibido, debido a su uso en ceremonias religiosas prehispánicas (JIMÉNEZ, 1990, p.57-58; VELASCO Y HEYDEN, 1990, p.8-20). Este hecho disminuyó considerablemente el área cultivada, erradicándose casi por completo en la mayor parte del país y es probable que haya desaparecido una proporción considerable del germoplasma que había sido seleccionado durante más de 8,000 años por las culturas mesoamericanas, recientemente se cultiva en algunas zonas de los estados de Tlaxcala, Puebla, Morelos, Oaxaca y Querétaro.

En la actualidad, el recurso fitogenético del Distrito Federal se considera una fuente importante de germoplasma nativo, resultante de un proceso evolutivo particular que les ha conferido rápido crecimiento, tolerancia a la sequía y a altas temperaturas (ALEJANDRE y GÓMEZ, 1990, p.242). El sistema bajo el cual se produce representa un legado cultural y biológico por ser de naturaleza única. La semilla conservada año tras año se siembra, antes de que inicie la temporada de lluvias, en un almácigo preparado con lodos de los canales de Xochimilco denominado localmente como “chapín”. Un mes después se llevan las plántulas a parcelas lejos de las chinampas donde continúa su cultivo. Los agricultores han comprobado que esta práctica brinda



ventajas en el desarrollo y producción final de las plantas en comparación con los resultados obtenidos al sembrar directamente en los surcos (GRANADOS Y LÓPEZ, 1990, p.44). Los factores químico-biológicos que intervienen en este proceso aun no se han analizado a profundidad, pero son muestra del conocimiento tradicional que se ha acumulado en la comunidad productora a través de cientos de años. Después de seis meses, aproximadamente, se cortan las inflorescencias y se dejan secar hasta que las semillas se puedan desprender fácilmente al azotarlas o “bailarles” según la práctica tradicional o al usar una máquina trilladora.

La riqueza genética del cultivo de amaranto se encuentra escasamente estudiada y representada en los bancos de germoplasma (CHAN y SUN, 1997; p.866). Los resultados preliminares del estudio de la diversidad genética de *Amaranthus* spp. durante el ciclo agrícola 2008, indican la presencia de variación intraespecífica de la especie *Amaranthus hypochondriacus*. Se observó amplia variación en cuanto a la arquitectura de las plantas, densidad de ramificación, color y forma de la inflorescencia o panoja y en los atributos de naturaleza cuantitativa como altura de la planta, longitud de la panoja y longitud de la espiga terminal incluso dentro de la misma parcela productiva (ALEJANDRE Y GÓMEZ, 1990, p.249). Las variantes de amaranto, tal como las nombran los productores son: rojita o morada, café o aladrillada y blanca o verde, registradas también por Tristán (1994) y Ramírez (2007, p.261-262).

No obstante que desde la década de los ochentas se estudiaron y colectaron amarantos en México con el objetivo de conocer la historia del cultivo, aspectos botánicos, agronómicos, alimenticios y potencialidades industriales, no se ha logrado hacerlo de manera sistemática para cubrir todos los estados de la República, y conocer aspectos de diversidad necesarios para el mejoramiento genético del cultivo hacia calidad nutricional y rendimiento; se desconoce también el número de colectas en los Bancos de Germoplasma y la viabilidad de las mismas (MAPES *et al.*, 1998, p. 104). La observación y registro de caracteres morfológicos es fundamental para la diferenciación de variedades, mantenimiento varietal, certificación de semilla y como una forma de identificación y protección del recurso al ser anotado en el Catalogo Nacional de Variedades de Uso Común (ABOITES y MARTÍNEZ, 2005, p.241).

En México, el cultivo de *Amaranthus* spp. se asocia con la tradicional golosina conocida como “alegría”, que se prepara con la semilla reventada y miel de abeja,



principalmente en el Pueblo de Santiago Tulyehualco. También se prepara atole, pinole, tamales, harina como base para la elaboración de tortilla, pan, galleas, pastas y mazapanes, entre otros. Los productos pueden degustarse durante la Feria del Amaranto, que se organiza desde hace 37 años en este mismo poblado en el mes de febrero y mediante la cual se busca difundir su valor alimenticio y promover su consumo. Estos productos “únicos” son promisorios debido a que permitirían capitalizar el recurso en productos de alto valor nutritivo a nivel nacional e incluso para exportación (HERMANN, 2007, p.213).

Diversos autores han reportado que el contenido de proteína en la semilla de amaranto es superior al de otros cereales como el trigo, maíz y avena; que su balance de aminoácidos es mejor que el de la carne, leche, huevo, frijol y chile, y que contiene compuestos antioxidantes recomendados para mejorar la dieta diaria de los individuos tal como lo indican los valores manejados por la FAO/WHO (MARROQUÍN, 1980; TRINIDAD *et al.*, 1990; JUAN *et al.*, 2007, p.50), por lo que puede considerarse un alimento con potencial para enfrentar la crisis agroalimentaria global.

La agrobiodiversidad como elemento de la sustentabilidad

Un sistema agropecuario tiene sustentabilidad ambiental cuando preserva los recursos naturales y usa germoplasma local en lugar del mejorado genéticamente, lo cual hace independientes a los productores, ayuda a conservar la biodiversidad y mantiene las formas de cooperación dentro de la comunidad (SORIANO, 2005, p.319). Dentro del sistema maíz y amaranto se integran como policultivos el frijol (*Phaseolus* spp.), avena (*Avena sativa*), calabaza (*Cucurbita* spp.), chile (*Capsicum annuum* L.), ebol (también conocido como ebo o veza) (*Vicia sativa* L.), haba (*Vicia faba*), huauzontle (*Chenopodium nutalliae*) y nopal (*Opuntia* spp.) (Figura 2), este conjunto de especies tienen diferentes ciclos de producción y hábitos de desarrollo, constituyen una amplia diversidad de materias primas que complementan la dieta del núcleo familiar a lo largo del año y al ofrecerse en el mercado local aumentan los beneficios económicos.

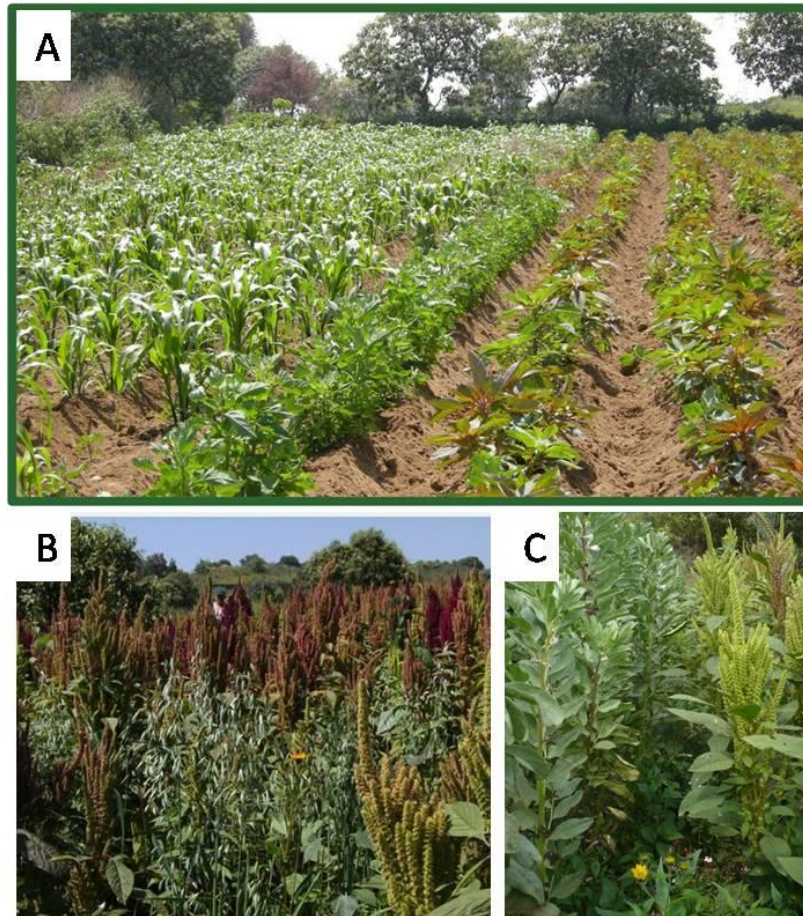


Figura 2. Aspecto de los policultivos que se presentan comúnmente en las parcelas productivas de la zona sureste del Distrito Federal. A) maíz-huauzontle-amaranto, B) amaranto-avena y C) amaranto-haba.

Los cultivos de avena, ebol y haba sirven como cobertura, abono verde y restauradores del suelo, su uso dentro de la rotación de los cultivos proporciona diversos servicios al agroecosistema, tales como la protección del suelo contra la erosión, ya que el crecimiento foliar cubre y protege la superficie, amortigua la energía cinética de las gotas de lluvia, impide su golpe directo sobre el suelo y evita la destrucción de los agregados que son de menor tamaño que las gotas de lluvia. Captura y previene pérdidas de nutrientes del suelo al reducir la velocidad de escurrimiento superficial del agua, evitan la formación de escorrentías que arrastran o destruyen las capas fértiles del suelo, al mismo tiempo que sus raíces favorecen la aireación del suelo y al unirse a éste forman masas que tienden a mantenerse cohesionadas; en las raíces de las leguminosas: frijol, ebol y haba, se fija el nitrógeno atmosférico y por su capacidad alelopática evitan



la proliferación de malezas, al mismo tiempo que favorecen la penetración del agua al subsuelo (FERRERA y ALARCÓN, 2001, p.178 ; NAVARRO *et al.*, 2007, p.152); incluso se conservan las especies de frijol silvestre *Phaseolus esperanzae* y *P. pluriflorus* como un elemento de la diversidad del agroecosistema (RAMÍREZ, 2007, p.217).

La programas de reforestación, frecuentes en la zona de estudio con las especies arbóreas *Olea europaea* (olivo) y *Prunus capulli* (capulín) buscan mejorar las condiciones climáticas de esta parte de la ciudad al incrementarse la humedad, disminuir la temperatura (gracias a que el follaje intercepta los rayos solares), la concentración de gases tóxicos, el polvo ambiental y la erosión del suelo. Con esta amplia gama de cultivos se favorece la proliferación y conservación de organismos benéficos para la agricultura, aumentando tanto en número como en tipos, dentro de los cuales se pueden citar los depredadores naturales, parasitoides, entomopatógenos y los enemigos naturales de *Hypolixus truncatulus* y *Amauromyza abnormalis*, las principales plagas barrenadoras del tallo de amaranto, cuya presencia tienen efectos negativos sobre la producción de grano y provocan el acame de las plantas (TORRES *et al.*, 2004, p.132). Estos elementos de la sustentabilidad desde el punto de vista ambiental deben promoverse y mejor aun mejorarse en la búsqueda de una producción armónica con el ambiente y que mantenga la cohesión social.

Factores de riesgo de la agrobiodiversidad

En México como en África, Asia y el resto de los países Latinoamericanos crecen de forma paralela la urbanización y la pobreza. A partir de las estimaciones de diversos organismos, se espera que para el año 2019, el número de personas viviendo en países en vías de desarrollo puede llegar a ser de 4.9 a 6.8 billones, se localizarán principalmente en ciudades en expansión y pueblos donde se concentrará la pobreza urbana (MOUGEOT, 1999; MCGRANAHAN Y SATTERTHWAITTE, 2003). En la Ciudad de México, se estima que la zona urbana se expande a más de 300 ha por año, en una tasa anual promedio de 6.1% (PAOT, 2003). Los agricultores del sureste del Distrito Federal señalan que la baja rentabilidad de la práctica agrícola y la situación económica dentro del núcleo familiar es la que orilla a la venta de sus tierras, las que



con alta probabilidad se utilizarán para la construcción de viviendas y la expansión de la mancha urbana; siendo éste uno de los principales factores que ponen en riesgo la continuidad de sus recursos fitogenéticos, aunado a la irregularidad del temporal y la falta de infraestructura para riego, la baja disponibilidad y alto costo de mano de obra (VELÁZQUEZ, 2008; BRAVO, 2009, p.133).

La diversidad genética intraespecífica conservada por los agricultores requiere de una estrategia de conservación *in situ* que fortalezca y proteja la identidad e importancia del recurso genético y de mejoramiento de las variedades como un recurso fitogenético inmerso en el contexto social, cultural y ecológico de una comunidad peri-urbana (RUÍZ, 2005, p.238; EXCELSIOR, 2007), esto será posible si se conocen sus características y potencial, es por ello que recientemente la Secretaría de Agricultura (SAGARPA) a través del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la alimentación y la Agricultura incluye en su Plan Nacional de Conservación de los Recursos Fitogenéticos (SNICS, 2009) al maíz, amaranto y frijol, siguiendo la tendencia a nivel mundial en cuanto a la conservación y uso del germoplasma nativo.

Consideraciones Finales

La conservación de los recursos genéticos representa un beneficio económico y social, tanto para las comunidades donde se implementa la modalidad *in situ* como para la humanidad en general. Bajo este contexto y considerando que los productores tienen derecho a sembrar, conservar, proteger, intercambiar, vender las semillas obtenidas por cultivo tradicional y acceder libremente a sus recursos genéticos (LA JORNADA, 2007), que las nuevas generaciones deben apropiarse del conocimiento que han acumulado sus antepasados (CASTILLO, 2007; VELÁZQUEZ, 2008) y que bajo el Convenio de Diversidad Biológica de 1992, cada estado tiene el derecho soberano sobre sus propios recursos naturales es indispensable que se fortalezcan las instancias competentes a nivel local y nacional que garanticen su protección y que promuevan con apoyo científico y técnico su manejo sustentable (NACIONES UNIDAS, 1993, p.236-237; RUÍZ, 2005, p.238; EXCÉLSIOR, 2007). Las políticas gubernamentales deben facilitar el enlace de la agricultura peri-urbana con actividades terciarias, ya sea educativas, de protección del ambiente, de esparcimiento o ecoturismo que minimicen



el impacto negativo de la urbanización y promuevan el consumo de los productos del agroecosistema.

Con el reconocimiento de la importancia biológica y cultural de la biodiversidad de la agricultura periurbana en el Distrito Federal, el potencial alimenticio y el conocimiento tradicional asociado a ellos favorecerá la conservación de las reservas genéticas que ciclo tras ciclo y en superficies relativamente pequeñas han sido seleccionadas con base al conocimiento empírico y los criterios de los propios productores y consumidores. Finalmente, la producción y la seguridad alimentaria dependen de la utilización responsable y de la conservación de la biodiversidad que sirve de base para enfrentar los retos ambientales y demográficos en el futuro inmediato.

Referências

ABOITES M., Gilberto y F. Martínez G. La propiedad intelectual de variedades vegetales en México. *Agrociencia*, v. 39, p. 237-245, 2005.

ALEJANDRE I., G. y F. Gómez Lorence. Variabilidad en los tipos criollos de amaranto (*Amaranthus* spp.) en la región central de México. In: TRINIDAD S., A., F. Gómez L., G. Suárez R. (Comp.) *El Amaranto. Amaranthus* spp. Su cultivo y aprovechamiento. Chapingo, México, 1990. p. 242-261.

ARIAS, Luis, D. Jarvis, D. Williams, L. Latournerie, F. Márquez, F. Castillo, P. Ramírez, R. Ortega, J. Ortiz, E. Sauri, J. Duch, J. Bastarrachea, M. Guadarrama, E. Cázares, V. Interian, D. Lope, T. Duch, J. Canul, L. Burgos, T. Camacho, M. González, J. Tuxill, C. Eyzaguirre y V. Cob. Conservación *in situ* de la biodiversidad de las variedades locales en la milpa de Yucatán, México. In: CHÁVEZ-SERVIA, J.L., J. Tuxill y D.I. Jarvis (Ed.). *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia, 2004. p.36-46.

BIODIVERSITY. Why Biodiversity Matters. 2009. http://www.biodiversityinternational.org/scientific_information/why_biodiversity_matters.html

BRAVO V., Carlos. *Amaranto...la alegría de Tulyehualco*. Programa de Apoyo a Pueblos Originarios/SEDEREC/GDF. Xochimilco en el Orbe. México, D. F. 2009. 134p.

CASTILLO de la R. A.. *Sociedad de producción rural "El Pavo Real"*. Presentación oral. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. 2007.



CHAN, K. F. and M. Sun. Genetic diversity and relationships detected by isozyme and RAPD analysis of crop and wild species of *Amaranthus*. *Theor Appl Genet*, v.95, p.865-873, 1997.

CLEVELAND, D. A, Soleri, D., Smith, S. E. Do folk crop varieties have a role in sustainable agriculture?. *Bioscience*, v.44, n.11, p.740, 1994.

COLLINS, Wanda W. and Geoffrey C. Hawtin. Conserving and using plant biodiversity in agroecosystems. In: COLLINS, Wanda W. and Calvin O. Qualset (Ed.) *Biodiversity in agroecosystems*. USA. CRC Press, 1999. Capítulo 14, p. 267-282.

EL UNIVERSAL. Consumían toltecas amaranto hace más de 2 mil años. Diciembre 21, 2008. [En línea]. <http://eluniversal.com.mx/notas/564238.html>

ESPITIA R., Eduardo. Breeding of Grain Amaranth. In: PAREDES-LÓPEZ, O. *Amaranth Biology, Chemistry, and Technology*. CRC Press Boca Raton USA, 1994. p. 23-38.

EXCÉLSIOR. ¿Quién se pirateó mi semilla? Noviembre 16, 2007. p. 8:Dinero.

FERRERA C., R. y A. Alarcón. Microbiología del suelo en la agricultura sostenible. *Ciencia Ergo Sum.*, v.8, n.2, p.175-183, 2001.

GALINDO, M., R. Escalante y N. Asuad. El proceso de urbanización y el crecimiento económico de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, v.56, p.289-312, 2004.

GARCÍA M., Gilberto. Preclásico temprano y medio (2500-400 A.C.). Las primeras sociedades agrícolas. *Arqueología Mexicana* v.86. <http://www.arqueomex.com/S2N3nPreclasico86.html>

GRANADOS S., D. y G. F. López R. Chinampas: Historia y etnobotánica de la “alegría” (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Domesticación de la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y Romerillo (*Suaeda diffusa* Wats.). In: TRINIDAD S., A., F. Gómez L., G. Suárez R. (Comp.) *El Amaranto. Amaranthus spp. Su cultivo y aprovechamiento*. Chapingo, México, 1990. p. 23-55.

GRANADOS S., Diódoro, M. A. Hernández G. y G. F. López R. Estudio integral del Valle de Tehuacán-Cuicatlán: recursos genéticos de plantas. In: CHÁVEZ-SERVIA, J.L., J. Tuxill y D.I. Jarvis (Ed.). *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia, 2004. p. 97-109.

HERMANN, M. Agrobiodiversidad y productos de alto valor: oportunidades de mercado para la conservación de recursos genéticos. In: SIRGEALC. *Memoria del VI SIMPOSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. 12–16 de noviembre. México, D. F., México, 2007. p. 213-214.



INEGI. Distrito Federal, XII Censo General de Población y Vivienda. México. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2000.

JANA, S. Some recent issues on the conservation of crop genetic resources in developing countries. *Genome*, v.42, n.4, p.562-569, 1999.

JIMÉNEZ P., R. *Amaranthus* spp en la alimentación xochimilca y su proyección en la alimentación básica. In: TRINIDAD S., A., F. Gómez L., G. Suárez R. (Comp.) *El Amarantho. Amaranthus* spp. Su cultivo y aprovechamiento. Chapingo, México, 1990. p. 56-63.

JUAN, R., J. Pastor, M. Alaiz, C. Megfas y J. Vioque. Caracterización proteica de las semillas de once especies de amaranto. *Grasas y Aceites*, v.58, p.49-55, 2007.

LA JORNADA. Preciso, que indios aporten conocimientos sobre genética. Noviembre 5, 2007. [En línea]. <http://www.jornada.unam.mx/2007/11/05/index.php?section=politica&article=012n1pol>

MAPES, C., F. Basurto, J. Caballero y R. Bye. Tendencias evolutivas en amaranto (*Amaranthus* spp.) bajo selección humana en México. *Bol. Soc. Bot. México* v.62, p.91-107, 1998.

MARROQUÍN A., S. Potencial agroindustrial del amaranto. CEESTEM, México, 1980.

McGRANAHAN G. and D. Satterthwaite. URBAN CENTERS: An Assessment of Sustainability. *Annu. Rev. Environ. Resour.*,v.28, p.243-74, 2003.

MORALES V., Carmen. y A. Serratos H. Maíces de los pueblos. Patrimonio de Milpa Alta. Financiamiento Prodersuma 2008, México D.F., 2009. 24p.

MOUGEOT, L. J. A. For self-reliant cities: urban food production in a globalizing South. In: KOC M., MacRae R., Mougeot L.J.A. and Welsh J. (Ed.). *For hunger-proof cities: sustainable urban food systems*. Ottawa: IDRC, 1999. p.11-25.

MOUGEOT, L. J. A. Agricultura Urbana: Concepto y definición. *REVISTA Agricultura Urbana*, v.1, p.5-7, 2001.

NACIONES UNIDAS. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1993. Dirección URL: <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-un-es.pdf>

NAVARRO G., H., Ma. A. Pérez O. y F. Castillo G. Evaluación de cinco especies vegetales como cultivos de cobertura en Valles Altos de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, v.30,n.2, p.151-157, 2007.

NEGRI, Valeria. Agro-Biodiversity Conservation in Europe: Ethical Issues. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, v.18, p. 3-25, 2005.



PAOT. Asentamientos irregulares en el suelo de conservación del Distrito Federal, México. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento del Distrito Federal. 2003.

POPPER, Virginia S. Nahua plant knowledge and chinampa farming in the Basin of Mexico: a Middle Postclassic case study. 1995. Doctor of Philosophy-Anthropology. University of Michigan.

RAMÍREZ, M. Beatriz. Los procesos socioculturales de los productores de Tulyehualco, D. F. y la tecnología agrícola tradicional del amaranto, en la perspectiva de la sustentabilidad. Tesis Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, 2007. 326p.

RHOADES, Robert E. and Virginia D. Nazarea. Local management of biodiversity in traditional agroecosystems. In: COLLINS, Wanda W. and Calvin O. Qualset (Ed.) Biodiversity in agroecosystems. USA. CRC Press, 1999. Capítulo 12, p. 215-236.

RUIZ, M. Políticas públicas y normas sobre acceso a recursos genéticos. In: SIRGEALC. Memoria del V SIMPOSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. 23-25 de noviembre. Montevideo, Uruguay, 2005. p. 235-237.

SERRATOS H., José A. Introducción de maíz híbrido en las comunidades de Milpa Alta y su impacto en el maíz nativo. In: 53° CONGRESO INTERNACIONAL DE AMERICANISTAS, México, D. F., 21 de julio de 2009. Memorias del 53° Congreso Internacional de Americanistas. México, D. F.: Universidad Iberoamericana.

SIMBERLOFF, D. The contribution of population and community biology to conservation science. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* v.19, 473-511, 1988.

SNICS. Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA). 2009. [En línea]. <http://www.sagarpa.gob.mx/snics/RFAA.htm>

SORIANO R., Ramon, J. D. Leaver y G. Woodgate. Impacto económico periurbano de las chinampas. *Agricultura Urbana*, v. 7, p. 16-18, 2002.

SORIANO R., Ramón. Indicadores de sustentabilidad en sistemas agropecuarios urbanos. In: ÁVILA S., H. (Coord.). *Lo rural-urbano, ¿Nuevas expresiones territoriales?*. UNAM-CRIM. Cuernavaca, Morelos, 2005. p. 305-323.

TORRES S., G., A. Trinidad S., T. Reyna T., H. Castillo J., N. Bautista M. y F. de León G. Barrenación del tallo de amaranto por *Hypolixus truncatulus* (Coleoptera: *Curculionidae*) y *Amauromyza abnormalis* (Diptera: *Agromyzidae*). *Acta Zoológica Mexicana* v. 20, n.1, p. 131-140, 2004.

TORRES L., P. y L. Rodríguez S. Farming dynamics and social capital: A case study in the urban fringe of Mexico City. *Environ. Dev. Sustain.*, v.10, p.193-208, 2008.



TRINIDAD S., A., F. Gómez L., y G. Suárez R. (Comp.) El Amarantho. *Amaranthus* spp. Su cultivo y aprovechamiento. Chapingo, México, 1990. 577p.

TRISTÁN de la C., María Esther. Producción, Transformación y Comercialización del Amarantho (*Amaranthus hypochondriacus*) en Tulyehualco, D. F. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Chapingo México 1994. 44p.

VELASCO L., A. y D. Heyden. El uso y representación del amaranto en la época prehispánica según las fuentes históricas y pictóricas. In: TRINIDAD S., A., F. Gómez L., G. Suárez R. (comp.). El Amarantho. *Amaranthus* spp. Su cultivo y aprovechamiento. Chapingo, México, 1990. p. 8-22.

VELÁZQUEZ, José Luis. La Sociedad Cooperativa Tlatocapaquiliztli (sembrador de amaranto). Presentación oral. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. 2008.

WILLIAMS J. T. and D. Brenner. Grain amaranth (*Amaranthus* species). In: Williams, J. T. (Ed.) Cereals and Pseudocereals. Chapman & Hall London, 1995. p. 129-186.

Recebido para publicação em outubro de 2009

Aprovado para publicação em dezembro de 2009