

SISTEMAS DE CULTIVO Y BIODIVERSIDAD PERIURBANA. ESTUDIO DE CASO EN LA CUENCA DEL RÍO TEXCOCO

PERI-URBAN CULTIVATION SYSTEMS AND BIODIVERSITY: STUDY CASE IN THE TEXCOCO RIVER BASIN

Diego Flores-Sánchez^{1*}, Hermilio Navarro-Garza², Aquiles Carballo-Carballo³, Ma. Antonia Pérez-Olvera²

¹Agroecología Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, estado de México. 56230. (dfs@colpos.mx) ²Desarrollo Rural. Colegio de Postgraduados (hermnava@colpos.mx), (molvera@colpos.mx) ³Producción de semillas, Colegio de Postgraduados (carballo@colpos.mx) *Autor para correspondencia

RESUMEN

La población del Valle de México ha creado históricamente una gran diversidad de sistemas agropecuarios, entre ellos las chinampas y la agricultura de temporal con terrazas; sustentados en conocimiento tradicional, la domesticación y recreación de una importante diversidad biótica. Sin embargo, en las últimas décadas las transformaciones urbanas extremas han impactado los territorios agrícolas, generando cambios y adaptaciones en los sistemas de cultivo existentes. Con el objetivo de evaluar la biodiversidad gestionada en los sistemas de cultivo y sus espacios interparcelarios, y el uso de la misma, se realizó esta investigación en tres comunidades de la Cuenca del Río Texcoco, considerando su ubicación en relación con la zona urbanizada (Texcoco). Se aplicó una encuesta a 33 agricultores, que en su conjunto manejan 47 sistemas de cultivo. Se identificaron monocultivos y policultivos, éstos últimos registran asociaciones e intercalaciones, combinando maíz, calabaza y leguminosas de grano. El índice de diversidad de Shannon en Ixayoc fue 3.65, en Tequexquihuahac 3.57 y en Nativitas 3.25, la mayor diversidad se registró en territorios más alejados de la zona urbana. El 50% de biodiversidad en parcelas fue de arvenses, el resto de cultivos anuales, frutales, árboles, arbustos y ornamentales. El manejo de la biodiversidad y de policultivos tiende hacia la valoración del uso alimenticio de productos y arvenses, basándose en lógicas productivas sustentadas en ciertos principios agroecológicos campesinos.

Palabras clave: agricultura, maíz, policultivos, monocultivos, urbanización

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de cultivo integran la interacción de tres componentes básicos: biótico, abiótico y tecnológico. En términos ecológicos, los sistemas de cultivo son comunidades formadas por una compleja interacción de poblaciones de cultivos: arvenses, insectos y microorganismos (Gliessman, 1997). La biodiversidad en los agroecosistemas depende del número de cultivos que se gestionan y, la abundancia de maleza, las cuales varían en diferentes

ABSTRACT

The population in Valle de México has historically created a great diversity of agricultural and livestock production systems, among them *chinampas* and rainfed agriculture in terraces; these are sustained in traditional knowledge, domestication and recreation of an important biological diversity. However, during recent decades, extreme urban transformations have impacted agricultural territories, generating changes and adaptations in the existing cultivation systems. With the objective of evaluating the biodiversity managed in cultivation systems and their inter-plot spaces, as well as its use, research was carried out in three communities of the Texcoco River Basin, taking into consideration their location with regards to the urban zone (Texcoco). A survey was applied to 33 farmers, who jointly manage 47 cultivation systems. Single crops and polyculture were identified; the latter show associations and intercalation, combining maize, squash and grain pulses. The Shannon diversity index in Ixayoc was 3.65, in Tequexquihuahac 3.57 and in Nativitas 3.25; the greatest diversity was found in territories that are farthest from the urban zone. In parcels, 50% of biodiversity was weeds; the rest was annual crops, fruit trees, trees, shrub and ornamental plants. Biodiversity and polyculture management tends towards valuation of the dietary use of products and weeds, based on productive logics sustained in certain peasant agro-ecological principles.

Key words: agriculture, maize, polyculture, single crop, urbanization.

INTRODUCTION

Cultivation systems integrate the interaction of three basic components: biotic, abiotic and technologic. In ecological terms, cultivation systems are communities formed by a complex interaction of crop populations: weeds, insects and microorganisms (Gliessman, 1997). Biodiversity in agro-ecosystems depends on the number of crops that are managed and the abundance of undergrowth, which vary in different spatial and temporal scales, depending on practices in the agronomic systems (Bussan *et al.*, 2000), and species managed in inter-plot spaces.

escalas espaciales y temporales, dependiendo de las prácticas de los sistemas agronómicos (Bussan *et al.*, 2000), y las especies gestionadas en los espacios interparcelarios.

La abundancia de maleza en campos cultivables varía en diferentes escalas espaciales y temporales, dependiendo de las prácticas de los sistemas agronómicos y de cultivo. Los estudios demográficos han mostrado que los herbicidas (Bussan *et al.*, 2000), la rotación de cultivos (Heggenstaller y Liebman, 2006) y la disposición espacial del cultivo (Puricelli *et al.*, 2002) tienen repercusiones en la tasa finita de crecimiento de la población y en la abundancia de la maleza. La mayoría de estos estudios se han realizado en modernos sistemas agrícolas industrializados, en los que se utilizan grandes insumos de agroquímicos y energía. Sin embargo, se han hecho pocos estudios sobre la dinámica de población de la maleza en sistemas de cultivo tradicionales. Ciertos cultivos favorecen a algunas especies de maleza, al tiempo que limitan a otras (Lotz *et al.*, 1991). El monocultivo incrementa la abundancia de ciertas especies de maleza, mientras que la rotación de cultivos y los sistemas diversificados reducen la abundancia de otras e incrementan la diversidad de las especies de maleza (Swanton *et al.*, 2006; Sosnokie *et al.*, 2006). Las revisiones en torno a las comunidades de maleza han documentado la existencia de un gran número de especies nativas (Vibrans, 1998).

El desarrollo urbano tiene importantes implicaciones en la dinámica del manejo de los recursos agropecuarios en localidades agrícolas periurbanas como es el caso de la cuenca del río Texcoco. Los procesos agrícolas están vinculados al desarrollo urbano regional (Torres y Rodríguez, 2008). La expansión de los asentamientos urbanos ejerce impactos negativos sobre la biodiversidad y sus servicios ambientales asociados (Pisanty *et al.*, 2009). Los efectos de la urbanización propician primeramente una disminución de las especies a escala local, por la presencia de un bajo número de especies con un gran número de individuos y por la simplificación de la diversidad en los sistemas de cultivo. Este proceso se ha intensificado durante las últimas décadas en las comunidades de la parte baja de la cuenca del río Texcoco (Hernández Suárez y Vázquez García, 2007), mencionan que se desconocen estudios que describan y estimen el nivel de la biodiversidad de los sistemas de cultivo territoriales.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la biodiversidad gestionada en los sistemas de cultivo y sus espacios interparcelarios, y el uso de la misma en una muestra territorial de sistemas de cultivos seleccionados en comunidades periurbanas del noreste del Valle de México.

The abundance of undergrowth in farmable fields varies in different spatial and temporal scales, depending on agronomic practices and cultivation systems. Demographic studies have shown that herbicides (Bussan *et al.*, 2000), crop rotation (Heggenstaller and Liebman, 2006), and the spatial disposition of crops (Puricelli *et al.*, 2002) have repercussions on the finite growth rate of the population and on the abundance of weeds. Most of these studies have been carried out in modern industrialized agricultural systems, where large amounts of agrochemical and energy inputs are used. However, few studies have been done regarding the population dynamics of undergrowth in traditional cultivation systems. Certain crops favor some weed species, at the same time that they limit others (Lotz *et al.*, 1991). Single crop systems increase the abundance of certain weed species, while crop rotation and diversified systems reduce the abundance of others and increase the diversity in undergrowth species (Swanton *et al.*, 2006; Sosnokie *et al.*, 2006). Reviews around weed communities have documented the existence of a large number of native species (Vibrans, 1998).

Urban development has important implications in the management dynamics of agricultural and livestock production resources in peri-urban agricultural localities, as is the case in the Texcoco River Basin. Agricultural processes are linked to regional urban development (Torres and Rodríguez, 2008). The expansion of urban settlements exercises negative impacts on biodiversity and its associated environmental services (Pisanty *et al.*, 2009). The effects of urbanization bring about, first, a decrease in species at the local scale, because of the presence of a low number of species with a high number of individuals, and because of the simplification of diversity in cultivation systems. This process has been intensified during recent decades in communities in the low parts of the Texcoco River Basin (Hernández Suárez and Vázquez García, 2007); according to these authors, no studies are known that describe and estimate the level of biodiversity in territorial cultivation systems.

The objective of this research was to evaluate the biodiversity managed in cultivation systems and their inter-parcel spaces, and its use in a territorial sample of cultivation systems selected in peri-urban communities of northeastern Valle de México.

Cultivation systems with maize presence were privileged, recognizing that this crop is the basis of agro-ecosystems, from the sociocultural viewpoint in communities of the Texcoco River Basin. We start from the assumption that biodiversity in maize cultivation systems is associated with a group of

Se privilegiaron los sistemas de cultivo con presencia de maíz, reconociendo que este cultivo es la base de los agroecosistemas, desde el punto de vista sociocultural de las comunidades de la Cuenca del Río Texcoco. Se parte del supuesto de que la biodiversidad de los sistemas de cultivo con maíz está asociada a un conjunto de recursos que el agricultor y su familia gestionan como estrategia de manejo múltiple, la cual está condicionada fuertemente por necesidades de la unidad familiar, variaciones ambientales, disponibilidad tecnológica y la búsqueda de oportunidades sociales en las unidades económicas familiares.

MATERIALES Y METODOS

El área de investigación corresponde a la Cuenca del Río Texcoco, que se localiza en la parte oriente de la Cuenca del Valle de México, sus coordenadas geográficas son 19°25' - 19°33' N y 98°43' - 98°57' O. Su superficie aproximada es de 21.8 km². Geopolíticamente pertenece al municipio de Texcoco. En la cuenca se presentan variaciones altitudinales (2400 a 4000 m) y orográficas que determinan al menos tres tipos de climas C (w1)(w)b(i), C (w2) (w) b1 y C (w2) (w) b (Mejía y Ortiz, 1986). Las series de suelo predominantes son: cambisol, feozem y litosol, con texturas medias a gruesas, someros y muy susceptibles de erosionarse; de baja fertilidad natural, y de baja a moderada capacidad de retención de humedad. (SPP, 1983).

Las comunidades de Ixayoc, Tequexquahuac y Santa María Nativitas se seleccionaron de acuerdo a un gradiente altitudinal y cultural entre ellas. Las dos primeras se ubican en la parte alta del pie de monte de la cuenca, y la última en la parte baja, ésta con mayor influencia urbana por su cercanía con la ciudad de Texcoco.

El área total con usos agropecuarios y forestales en Ixayoc, Tequexquahuac y Nativitas es de 1634, 1699 y 887 ha, respectivamente. Alrededor de 30% del área total se dedica a actividades agrícolas, el resto corresponde a tierras forestales. Las actividades del sector primario en las comunidades se encaminan principalmente a la producción de cultivos básicos; de los cuales destacan el maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y haba (*Vicia faba*). La producción es destinada principalmente al autoconsumo. El cultivo de flores a cielo abierto [agapando (*Agapanthus africanus*)] y bajo invernadero [crisantemo (*Chrysanthemum indicum*)], es una actividad netamente comercial. La ganadería se realiza a pequeña escala, destacando la explotación del ganado caprino, ovino y bovino. En las comunidades la explotación forestal ha sido desmedida y ha provocado una fuerte deforestación; toda vez

resources that the farmer and family handle as a strategy for multiple management, which is strongly conditioned by the family unit's needs, environmental variations, technological availability and the search for social opportunities in family economic units.

MATERIALS AND METHODS

The research area corresponds to the Texcoco River Basin, which is located on the eastern part of the Valle de México Basin, with geographical coordinates 19°25' - 19°33' N and 98°43' - 98°57' W. The approximate surface is 21.8 km². Geopolitically, it belongs to the municipality of Texcoco. On the basin, there are altitudinal variations (2400 to 4000 m) and orographic variations that determine at least three types of climate C (w1) (w) b (i), C (w2) (w) b1 and C (w2) (w) b (Mejía and Ortiz, 1986). The series of predominant soils are: cambisol, feozem and litosol, with medium to thick textures, shallow and very susceptible to erosion; of low natural fertility and low to moderate capacity for moisture retention (SPP, 1983).

The communities of Ixayoc, Tequexquahuac and Santa María Nativitas were selected based on an altitudinal and cultural gradient between them. The first two are located in the high part of the foothills of the basin, and the last one in the low part, with greater urban influence because of its closeness to the city of Texcoco.

The total area with agricultural/livestock and forestry uses in Ixayoc, Tequexquahuac and Nativitas is 1634, 1699 and 887 ha, respectively. Around 30% of the total area is devoted to agricultural activities, and the rest corresponds to forest lands. Activities of the primary sector in the communities are directed mainly at the production of basic crops; out of these, maize (*Zea mays*), beans (*Phaseolus vulgaris*) and fava beans (*Vicia faba*), stand out. Production is destined primarily to self-consumption. Outdoor flower cultivation [African lily (*Agapanthus africanus*)] and in greenhouses [chrysanthemum (*Chrysanthemum indicum*)], is a purely commercial activity. Livestock production is done at a small scale, emphasizing the exploitation of goats, sheep and cattle. In communities, forest exploitation has been excessive and has caused grave deforestation, since this resource provides firewood, land, and fungi, among others.

For the study of diversity in the systems, samples were randomly taken in Ixayoc, Tequexquahuac and Nativitas. The number of people interviewed was 11 farmers and their family production units per community, who were applied the more extensive survey, taking into account five analysis axes: 1)

que este recurso es proveedor de leña, tierra y hongos, entre otros.

Para el estudio de la diversidad en los sistemas se tomó muestras aleatorias en Ixayoc, Tequexquahuac y Nativitas. El número de entrevistados fue de 11 agricultores y sus unidades de producción familiar por comunidad, a quienes se les aplicó una encuesta más extensa, considerando cinco ejes de análisis: 1) problemática de las actividades agropecuarias; 2) actividades productivas y funcionamiento de la unidad de producción familiar; 3) aspectos generales del patrón de cultivos y sus transformaciones; 4) proceso de producción del cultivo de maíz; y 5) manejo de la biodiversidad. Este último componente de la investigación fue complementado con visitas de campo a las parcelas.

De acuerdo con el arreglo espacial de los cultivos se definieron dos sistemas: 1) unicultivo; y 2) policultivo, en las modalidades de asociación (mezcla o combinación de dos o más especies anuales dentro de un mismo surco) e intercalación (disposición alternada de las cultivos entre los surcos) (Márquez, 1976). Para determinar tendencias de agrupamiento de los sistemas de cultivo se aplicó la técnica de conglomerados basada en la distancia euclidiana. Se utilizó el programa NTSYS (ver. 3.0).

Para estimar la biodiversidad vegetal en los sistemas de cultivo (parcelas) de los agricultores seleccionados se empleó el método recomendado por Zarin *et al.*, (1999) para cultivos anuales. El muestreo se realizó en 17 parcelas de Ixayoc, 15 de Tequexquahuac y 15 de Nativitas. En cada parcela se hizo un muestreo aleatorio, durante el mes de septiembre, que consistió en seleccionar tres muestras con un área de 3 m x 0.8 m. En cada unidad muestral se identificaron las especies presentes, adicionalmente se registraron las especies vegetales presentes en los bordes o límites de las parcelas. Esto permitió identificar y contabilizar el número total de especies en las parcelas.

Para la cuantificación de la riqueza y abundancia relativa de las especies (Ludwing y Reynolds, 1988) se aplicaron los índices de biodiversidad de Shannon (H' , que es igual a la sumatoria del cociente entre el número de individuos pertenecientes a la i -ésima de S especies en la muestra entre el número total de individuos en la muestra, por el Logaritmo natural del mismo cociente); la familia de números de diversidad de Hill (1973) que comprende el número total de especies de la muestra (NO), número de especies abundantes en la muestra ($N1$), número de especies muy abundantes ($N2$), índices de uniformidad (E). El cálculo de los índices se basó en la frecuencia de especies presentes en las parcelas. Para representar gráficamente la riqueza y abundancia de especies se utilizaron las curvas de abundancia-diversidad.

problemas en agrícolas/livestock activities; 2) productive activities and functioning of the family production unit; 3) general aspects of the crop pattern and its transformations; 4) production process for maize cultivation; and, 5) biodiversity management. The last component of the research was complemented with field visits to the parcels.

According to the spatial arrangement of crops, two systems were defined: 1) single crop; and, 2) polyculture, in the modalities of association (mixture or combination of two or more annual species within the same row) and intercalation (alternate disposition of crops between rows) (Márquez, 1976). In order to determine grouping tendencies in the cultivation systems, the conglomerates technique based on Euclidian distance was applied. The NTSYS software was used (ver. 3.0).

To estimate plant biodiversity in cultivation systems (parcels) of farmers selected, the method recommended by Zarin *et al.* (1999) for annual crops was used. Sampling was done in 17 parcels in Ixayoc, 15 in Tequexquahuac and 15 in Nativitas. In each parcel, random sampling was performed during the month of September, which consisted in selecting three samples with an area of 3 m x 0.8 m. In each sampling unit, the species present were identified, and in addition, plant species present on the edges or limits of the parcels were registered. This allowed identifying and counting the total number of species in the parcels.

To quantify the wealth and relative abundance of species (Ludwing and Reynolds, 1988), Shannon biodiversity indexes were applied (H' , which is equal to the sum of the quotient between the number of individuals that belong to the i -nth of S species in the sample and the total number of individuals in the sample, by the natural Logarithm of the same quotient); Hill's (1973) family of diversity numbers, which includes the total number of species in the sample (NO), the number of abundant species in the sample ($N1$), the number of very abundant species ($N2$), and uniformity indexes (E). Calculation of the indexes was based on the frequency of species present in the parcels. In order to graphically represent the wealth and abundance of species, abundance-diversity curves were used.

RESULTS AND DISCUSSION

Cultivation systems

The cultivation systems identified are shown in Figure 1. Six cultivation systems are established as single crops, and out of these, maize represents 50% of that modality. Polyculture presented a greater

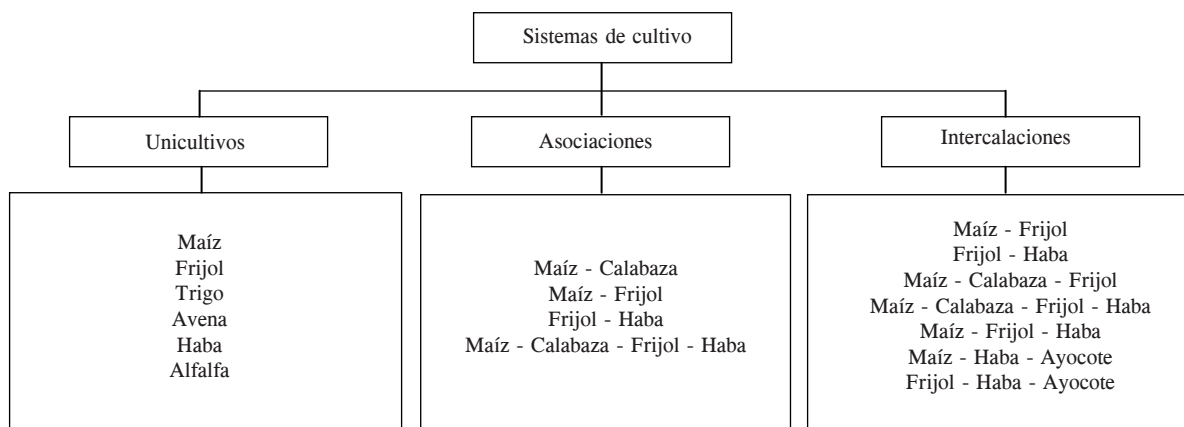


Figura 1. Sistemas de cultivo y sus modalidades practicadas en tres comunidades de la Cuenca del Río Texcoco.

Figure 1. Cultivation systems and their modalities practiced in three communities of the Texcoco River Basin.

RESULTADOS Y DISCUSION

Sistemas de cultivo

Los sistemas de cultivo identificados se presentan en la Figura 1. Seis cultivos son establecidos como unicultivo, de estos el maíz representa 50% de esa modalidad. Los policultivos presentaron una mayor complejidad en cuanto a las formas en que se promueven combinaciones entre los cultivos y en su arreglo espacial. La integración de leguminosas (frijol, haba y ayocote (*Phaseolus coccineus*)) en varias modalidades enfatizan la diversidad en los sistemas.

Las variantes de los sistemas de cultivo (Cuadro 1) demostraron que una cuarta parte de los agricultores opta como única modalidad por el unicultivo. Los sistemas de cultivo restantes y sus respectivos porcentajes indican que existe una clara tendencia hacia la práctica de los policultivos.

La agrupación de los sistemas de cultivo (Figura 2) demostró que en el primer ciclo de conglomeración se definieron seis grupos. El primero lo conforman 36% de los agricultores, quienes se caracterizan por practicar hasta dos sistemas de cultivo: el unicultivo y el policultivo, en este último principalmente el sistema de intercalación. Este grupo lo conforman en su mayoría agricultores de la comunidad de Ixayoc (SP). El segundo lo representa sólo un agricultor que trabaja la asociación, practicando dos modalidades de este sistema (maíz-calabaza y maíz-frijol). Los grupos tres y cinco practican únicamente los policultivos, no obstante, el grupo cinco se caracteriza por tener sistemas más complejos, utilizando hasta dos variantes de asociación e intercalación. El grupo cuatro es el segundo más grande, incluye 33% de los agricultores. Este grupo se caracteriza por practicar cualquiera de los tres sistemas de cultivo, pero sólo uno. El 55%

complejidad en términos de las formas que combinaciones entre cultivos se promueven, y en su arreglo espacial. La integración de leguminosas (frijol, haba y ayocote (*Phaseolus coccineus*)) en varias modalidades enfatiza la diversidad en los sistemas.

Variantes de los sistemas de cultivo (Tabla 1) muestran que un cuarto de los agricultores opta por cultivos simples como la única modalidad. Los otros sistemas de cultivo y sus respectivos porcentajes indican que existe una clara tendencia hacia la práctica de policultivos.

El agrupamiento de los sistemas de cultivo (Figura 2) mostró que se definieron seis grupos en el primer ciclo de conglomeración. El primero está formado por 36% de los agricultores, quienes se caracterizan por practicar hasta dos sistemas de cultivo: cultivo simple y policultivo, y el último principalmente en el sistema de intercalación. Este grupo está formado principalmente por agricultores de la comunidad de Ixayoc (SP). El segundo está representado por un solo agricultor que trabaja la asociación, practicando dos modalidades de este sistema (maíz-calabaza y maíz-frijol). Los grupos tres y cinco practican únicamente policultivos; sin embargo, el grupo cinco

Cuadro 1. Sistemas de cultivo y las proporciones en que se practican en tres comunidades de la cuenca del río Texcoco, 1999. (n=47).

Table 1. Cultivation systems and the proportions in which they are practiced in three communities of the Texcoco River Basin, 1999. (n=47).

Sistema de cultivo	Agricultores que lo practican (%)
Unicultivo	25
Unicultivo e intercalación	18
Asociación e intercalación	18
Asociación	12
Intercalación	9
Unicultivo y asociación	9
Unicultivo, asociación e intercalación	9

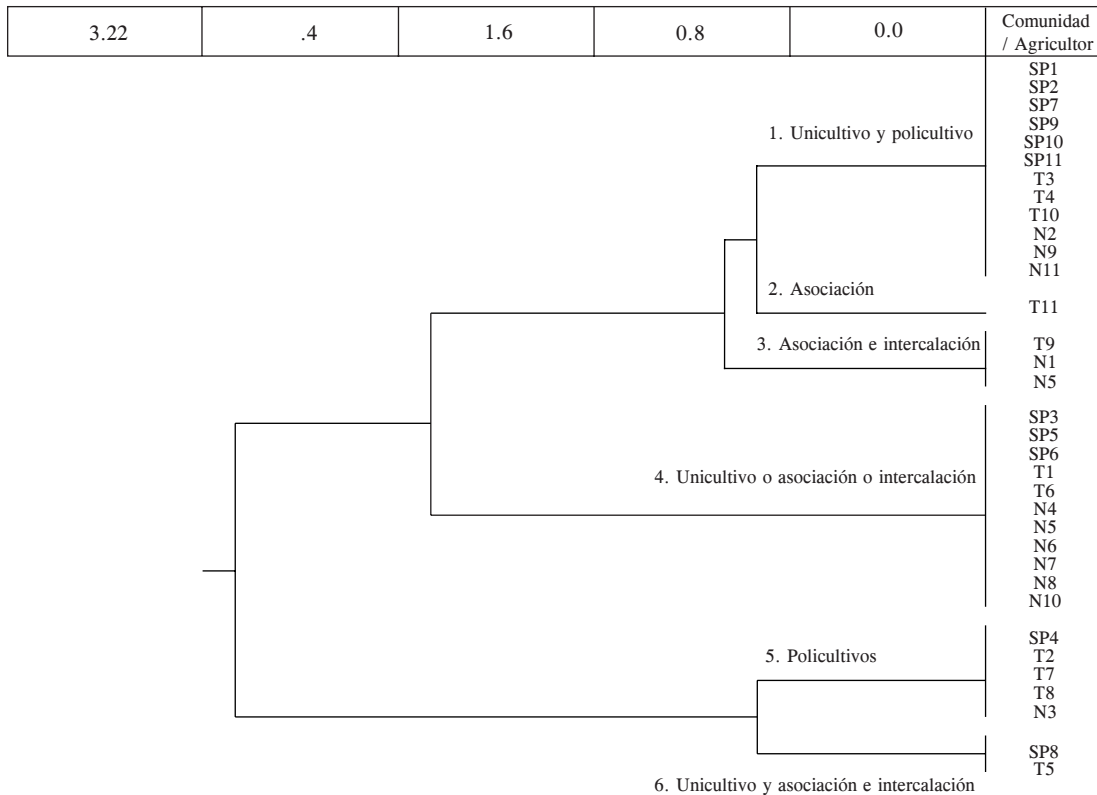


Figura 2. Dendrograma de sistemas de cultivo de tres comunidades de la Cuenca del Río Texcoco. SP: Ixayoc, T: Tequexquahuac, N: Nativitas; de acuerdo con la composición de especies. El valor posterior a las letras indica el número de identificación del agricultor.

Figure 2. Dendrogram of cultivation systems in three communities of the Texcoco River Basin. SP: Ixayoc, T: Tequexquahuac, N: Nativitas; based on the species composition. Values after the letters indicate the number of identification for the farmer.

de los agricultores de la comunidad de Nativitas (N) está representado en este grupo. El grupo seis se caracteriza por presentar modalidades de manejo más complejas, y practican hasta tres sistemas de cultivo en cada unidad de producción familiar, pero el número de agricultores que lo practica es bajo, sólo 6% del total.

Estos resultados evidencian que en las comunidades existen formas de manejo muy diversas en los sistemas de cultivo empleados por cada agricultor; sin embargo, se encontró que en la comunidad de Tequexquahuac (T) hay una mayor diversificación de los sistemas de cultivo practicados, ya que no existió una tendencia clara de conglomerarse en un solo grupo.

La variedad de sistemas de cultivo encontrados en las comunidades es indicador de la persistencia del fomento de la diversidad de cultivos, aun estando localizadas en el área conurbada de la ciudad de Texcoco. Estas lógicas de manejo están basadas en la toma de decisiones de los agricultores y su familia, en función de sus objetivos de producción, de las limitaciones y potencialidades que les impone el medio, tanto ambiental como social y económico.

characterized by having more complex systems, using up to two variants of association and intercalation. Group four is the second largest, including 33% of the farmers. This group is characterized by practicing any of the three cultivation systems, but only one. Of farmers in Nativitas (N), 55% are represented in this group. Group six is characterized by having more complex management modalities, and they practice up to three cultivation systems in each family production unit, but the number of farmers who practice this is low, only 6% of the total.

These results show that in communities, there are very diverse forms of management in cultivation systems used by each farmer; however, it was found that in the community of Tequexquahuac (T), there is a greater diversification of cultivation systems practiced, since there was not a clear tendency to conglomerate into a single group.

The variety of cultivation systems found in the communities is an indicator of the persistency of fostering cultivation diversity, even when located in the area next to the urban sprawl of the city of Texcoco. These management logics are based on decisions

Las condiciones agroecológicas como son la oferta térmica e hídrica, la aptitud del suelo, la altitud, entre otros, son parte de los elementos determinantes de los recursos que tienen las diferentes comunidades, e influyen en las formas de manejo. Las comunidades se caracterizan por presentar un régimen climático con irregularidad estacional de la precipitación y reducida estación de crecimiento. Por ser parte del eje neovolcánico dominan los suelos volcánicos endurecidos, conocidos localmente como tepetates, que se caracterizan por sus limitantes para el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Peña y Zebrowski, 1992). Esto ha determinado que los agricultores y sus unidades familiares manejen su territorio y patrimonio mediante prácticas que minimicen las restricciones a las que están sujetos. En este sentido la práctica social y territorial de los policultivos es una estrategia de seguridad alimentaria, dado que si uno de los componentes (cultivos) del policultivo se ve afectado debido a la sequía, helada u otro factor, se puede compensar al tener la seguridad productiva del(os) otro(s) componente(s). Adicionalmente, el fomento de los policultivos es una forma de gestionar la fertilidad, ya que estos se privilegian en aquellas zonas agroecológicas donde el factor limitante es la fertilidad del suelo, que es el caso de los tepetates, privilegiando en estos suelos los policultivos de maíz con leguminosas.

Los papeles cultural y alimenticio del maíz y las leguminosas son una importante componente de la función patrimonial de la biodiversidad (Clergue *et al.*, 2005). Están asociados a un valioso conocimiento tradicional, que ha determinado formas particulares de manejo de recursos ambientales y fitogenéticos. Esto da confianza alimenticia y cierto estatus social en las comunidades, dado que es una representación de seguridad social y de reproducción de las unidades familiares; por ello diversas unidades familiares consideran una necesidad y hasta una obligación el cultivo de estas especies. Sin embargo, debido al relativo abandono del campo, se ha generado una escasez de mano de obra en las comunidades, lo cual ha incidido en que el patrón de cultivos tienda a especializarse o reducirse a sólo tres o cuatro especies. Indudablemente esta situación ha generado pérdida de la diversidad de cultivos y de variedades locales. De los encuestados, 52% señaló haber dejado de sembrar algunos cultivos en los últimos diez años; un porcentaje similar lo atribuyó en parte a la escasez de mano de obra. Este fenómeno se da por la búsqueda de opciones económicas más rentables y seguras, además de que la escasez de recursos productivos influye notoriamente. Esta situación ha sido observada en otras áreas conurbadas de la cuenca de México, y ha sido un elemento que ha promovido el abandono de las actividades agrícolas,

made by farmers and their families, in function of their production objectives, and of limitations and potentialities that the surroundings impose, both environmental and social and economic.

Agroecological conditions such as the thermic and hydric offer, soil aptitude, and altitude, among others, are part of the defining elements for resources that different communities have, and they influence management options. Communities are characterized by presenting a climate regime with seasonal irregularity in precipitation, and reduced growth season. Because they are part of the Neo-volcanic axis, hardened volcanic soils dominate, known locally as *tepetates*, and are characterized by their limitations for crop growth and development (Peña and Zebrowski, 1992). This has defined for farmers and their family units to manage their territory and patrimony through practices that minimize the restrictions they are subject to. In this sense, social and territorial practice of polyculture is a strategy for food security, given that if one of the components (crops) of the polyculture is affected due to drought, frost or another factor, it can be compensated by having the productive security of the other component(s). In addition, fostering polyculture is a way of managing fertility, since these are privileged in agroecological areas where the limiting factor is soil fertility, which is the case of *tepetates*, thus preferring polyculture systems including maize and pulses in these soils.

The cultural and dietary roles of maize and pulses are an important component of the patrimonial function of biodiversity (Clergue *et al.*, 2005). They are associated to valuable traditional knowledge, which has determined particular ways of managing environmental and phylogenetic resources. This provides dietary confidence and a certain social status in communities, since it is a representation of social security and reproduction of family units; therefore, various family units consider cultivating these species a need and even an obligation. However, due to the relative neglect of the countryside, there is a scarcity of workforce in the communities, which has had an effect on the pattern of cultivation that tends to become specialized or be reduced to only three or four species. Undoubtedly, this situation has generated a loss of crop diversity and local varieties. Out of the people surveyed, 52% stated having stopped sowing some crops in the last ten years; a similar percentage attributed this in part to the scarcity of workforce. This phenomenon takes place because of the search for more profitable and secure economic options, in addition to the fact that the scarcity of productive resources is a notorious influence. This situation has been observed in other suburban areas in México's

reduciendo por consiguiente la biodiversidad en esos sistemas periurbanos (Torres y Rodríguez, 2008; Moran y Soriano-Robles, 2010).

Los agricultores disponen de escasos recursos (tierra, capital), lo que genera una situación altamente restrictiva. Ante este escenario la práctica del uso de policultivos está fuertemente arraigada y es el resultado de una cultura de manejo múltiple que aún persiste en las comunidades. Esta lógica de manejo está asociada a la poca disponibilidad de tierras que tienen los agricultores y sus familias (1.5 ha en promedio), en donde hay una tendencia a maximizar el uso del espacio. Esta estrategia promueve una gama diversificada de alimentos orientada a la venta o al autoconsumo familiar; diversidad biológica que indudablemente responde a necesidades, prioridades y preferencias de las unidades de producción familiar. La producción de granos se destina al autoconsumo en 93%, se tienen ventas ocasionales, según la disponibilidad de granos. El forraje y la hoja del maíz (totomoxtle) en la mayoría de los casos (60%) generan un ingreso en las unidades familiares. La mano de obra familiar es un importante componente en el manejo de los cultivos.

La poca o nula rentabilidad del campo ha sido también uno de los elementos que ha condicionado el tipo sistema de cultivo practicado. De los agricultores encuestados 73% señaló que los altos costos de producción es uno de los problemas al que se enfrentan en cada ciclo de cultivo. Aunado a esto, los precios de los productos son poco atractivos, existe un acceso limitado a mercados seguros. Por ello se recurre a fuentes de ingresos externas que permitan dar continuidad a las formas de manejar sus recursos ya que al menos parte de estos ingresos son destinados para la producción agropecuaria. La simplificación tecnológica hacia al monocultivo es atribuida a que los agricultores tienen otras alternativas económicas que generan ingresos más constantes y seguras, como son la venta de flores, la engorda de cebu estabulado. Esto influye en la menor disponibilidad de tiempo para sistemas de cultivo más complejos. Sin embargo, de este grupo de agricultores 75% indicó que hace aproximadamente 25 años practicaban la asociación maíz – frijol, conocida localmente como *media mata*. Esta práctica demanda mayor mano de obra y dificulta las labores de deshierbe y cosecha. La aparición de herbicidas fue un componente tecnológico que se adoptó en los sistemas de cultivo, y facilitó el control de plantas anuales. Por otra parte, los apoyos gubernamentales no eran otorgados si el agricultor practicaba la *media mata*, porque se ofrecía el financiamiento solo para monocultivos.

Por otra parte, técnicamente los agricultores optan por la intercalación como el sistema de cultivo preferido, dado que presenta algunas ventajas con respecto

basin, and it has been an element that has promoted the abandonment of agricultural activities, thus reducing the biodiversity in these peri-urban systems (Torres and Rodríguez, 2008; Moran and Soriano-Robles, 2010).

Farmers have scarce resources available (land, capital), generating a highly restrictive situation. In face of this scenario, the practice of polyculture use is strongly rooted and is the result of a multiple management culture that still persists in the communities. This management logic is associated to the scarce availability of lands for farmers and their families (1.5 ha in average), where there is a tendency to maximize the use of space. This strategy promotes a diversified range of foods oriented at the sale or at the family's consumption; this biological diversity undoubtedly responds to needs, priorities and preferences by the family production units. Grain production is destined to self-consumption in 93%, and there are occasional sales, depending on the availability of grains. Maize fodder and leaves (*totomoxtle*) generate earnings for the family units in most cases (60%). Family labor is an important component in cultivation management.

The low or null profitability of the countryside has also been one of the elements that conditioned the type of cultivation system practiced. Out of the farmers surveyed, 73% pointed out that the high costs of production are one of the problems which they face in each cultivation cycle. In addition to this, product prices are not attractive, and there is a limited access to secure markets. Therefore, they resort to external income sources that allow giving continuity to the ways of managing their resources, since at least part of those earnings are destined to agricultural/livestock production. Technological simplification towards a single crop is attributed to the fact that farmers have other economic alternatives that generate more constant and secure income, such as flower sale or fattening of stable zebu. This influences the lower availability of time for more complex cultivation systems. However, out of this group of farmers, 75% indicated that approximately 25 years ago they practiced maize-beans association, locally known as *media mata*. This practice demands greater workforce and makes the tasks of weeding and harvesting more difficult. The appearance of herbicides was a technological component that was adopted in cultivation systems, and it facilitated the control of annual plants. On the other hand, government supports were not granted if the farmer practiced *media mata*, because financing was offered solely for single crops.

On the other hand, in technical terms, farmers opt for intercalation as the preferred cultivation system, given that it presents some advantages with

a la asociación: facilidad en la siembra y mejor manipulación de las especies cuando se realizan prácticas culturales como el deshierbe, la fertilización y la cosecha. Por el contrario se indica que la asociación requiere mayor mano de obra, demanda de tiempo y prácticas de cultivo más cuidadosas.

Biodiversidad vegetal en parcelas

En el seguimiento de las 47 parcelas, además del maíz, se encontraron 66 especies, (Figura 2). Solo once representaron 50% de la abundancia relativa: acahual (*Simsia* sp.), rosilla (*Bidens* sp.), jaramao (*Eruca vesicaria* Mill.), calabaza (*Cucurbita pepo* L.), xocoyotl (*Oxalis* sp.), quelite (*Chenopodium berlandieri* Linn.), nopal (*Opuntia* sp.), maguey (*Agave* sp.), perilla (*Lopezia racemosa* Cav.), pirul (*Schinus molle* L.) y nabo (*Brassica rapa* L.).

Las 66 especies fueron clasificadas en seis grupos, de acuerdo a sus características de uso y función dentro de las parcelas:

1) Cultivos anuales. Este grupo representó 12% del total de la diversidad encontrada en las parcelas. Las especies más frecuentes, además del maíz, fueron calabaza, frijol y haba. Su función básica es la alimentación de la unidad familiar, además de ser fuente de ingresos cuando se tienen excedentes.

2) Árboles frutales. Estas especies representan 12%. Como especies más frecuentes se encontraron la pera (*Pyrus pyrifolia*), capulín (*Prunus salicifolia*), tejocote (*Crataegus pubescens*) y durazno (*Prunus persica*). El papel de estas especies está asociado a fuentes de ingresos y alimento, así como un medio para delimitar y proteger parcelas

3) Árboles y arbustos. En su conjunto presentaron también 12% de la biodiversidad, y son especies toleradas y fomentadas en donde se permite su subsistencia y reproducción (Cuevas *et al.*, 1997). Son especies utilizadas por los agricultores para delimitar sus parcelas a manera de cercas vivas [huizache (*Acacia farnesiana*)], plantas de las que además obtienen frutos, medicina [eucalipto (*Eucalyptus rostrata*) y pirul (*Schinus molle*)] y leña [ocote (*Pinus teocote*), tepozán, cedro (*Cedrela fissilis*), encino (*Quercus ilex*), palo dulce, etcétera]. Las especies más frecuentes fueron el cedro y el pirul

4) Ornamentales. Representan 4%, se cultivan en los bordos de las parcelas y se destinan a la venta. El agapando es la especie encontrada con mayor frecuencia.

regards to association: easiness in sowing and a better manipulation of species when cultivation practices such as weeding, fertilization and harvesting are carried out. On the contrary, it is indicated that the association requires more labor, demands more time and more careful cultivation practices.

Plant biodiversity in parcels

When studying the 47 parcels, in addition to maize, 66 species were found (Figure 2). Just eleven represent 50% of the relative abundance: *acahual* (*Simsia* sp.), *rosilla* (*Bidens* sp.), *jaramao* (*Eruca vesicaria* Mill.), *squash* (*Cucurbita pepo* L.), *xocoyotl* (*Oxalis* sp.), *quelite* (*Chenopodium berlandieri* Linn.), *nopal* (*Opuntia* sp.), *maguey* (*Agave* sp.), *perilla* (*Lopezia racemosa* Cav.), *pepper tree* (*Schinus molle* L.) and *turnip* (*Brassica rapa* L.).

The 66 species were classified into six groups, based on their characteristics of use and function within the parcels:

1) Annual crops. This group represented 12% of the total diversity found in the parcels. The most frequent species, in addition to maize, were squash, beans and fava beans. Their basic function is food for the family unit, in addition to being a source of income when there is surplus.

2) Fruit trees. These species represent 12%. As most frequent species, the ones found were pear (*Pyrus pyrifolia*), *capulín* (*Prunus salicifolia*), *tejocote* (*Crataegus pubescens*) and peach (*Prunus persica*). The role of these species is associated to sources of income and food, as well as a way to limit and protect parcels.

3) Trees and shrubs. As a whole, they represented also 12% of the biodiversity and they are species that are tolerated and fostered where their subsistence and reproduction is allowed (Cuevas *et al.*, 1997). These are species used by farmers to limit their parcels in the form of live fences [*huizache* (*Acacia farnesiana*)], plants from which they also obtain fruits, medicine [eucalyptus (*Eucalyptus rostrata*) and pepper tree (*Schinus molle*)], and firewood [ocote (*Pinus teocote*), *tepozán*, cedar (*Cedrela fissilis*), live oak (*Quercus ilex*), *palo dulce*, etc.]. The most frequent species were cedar and pepper tree.

4) Ornamental. They represent 4%, are cultivated on the edges of parcels, and destined to their sale. African lily is the species found most frequently.

5) Maguey y nopal. Estas especies participan con el 9%. Son parte de una tradición histórica y cultural de la agricultura mesoamericana (García-Moya *et al.*, 2011) y dentro de las comunidades estudiadas son utilizadas para la elaboración de pulque, venta de tunas y para la formación de los bordos que conforman las terrazas. La configuración de hileras de maguey en las parcelas forma parte del paisaje territorial de la zona. El maguey es y ha sido una especie abastecedora de fibras y bebida desde tiempos prehistóricos (Bye, 1998). El consumo del pulque estuvo restringido a las personas de edad, quienes a la vez promueven su cultivo y elaboración. Sin embargo, las plantaciones de maguey se están reduciendo, atribuido al largo periodo que se requiere (8 años) para su aprovechamiento. El nopal es una especie que, a través del tiempo, ha tenido una serie de usos que privilegian su cultivo; es una especie rústica con capacidad para sobrevivir en ambientes restrictivos de humedad y en suelos marginales como los tepetates. Los frutos y cladodios del nopal son fuente de alimentos e ingresos.

6) Arvenses: representan más de 50% de la diversidad presente en las parcelas. Este estrato herbáceo lo integran plantas anuales que prosperan espontáneamente en las tierras de cultivo, cuyo ciclo reproductivo tiene éxito sin la intervención del hombre (Blanco y Leyva, 2007; Sans, 2007). Este grupo de plantas es poco apreciado y son indeseadas cuando sus densidades poblacionales se elevan, sus poblaciones son controladas mediante prácticas agrícolas; sin embargo, los agricultores toleran aquellas que les puedan otorgar beneficios.

Las especies de arvenses más frecuentes son: *Chenopodium berlandieri* Linn, *Simsia* sp., *Lopeezia racemosa* Cav, *Bidens* sp., *Sicyos* sp., *Oxalis* sp., *Eruca vesicaria* Mill., y *Brassica rapa* L. de las cuales ciertas especies son fuente de alimento. La recolección de estas plantas es practicada por 82 % de los agricultores, ésta se lleva al cabo preferentemente en los meses de junio y julio y son volúmenes bajos los que se obtienen. La principal especie recolectada es *Chenopodium berlandieri* Linn, ocasionalmente también se utilizan *Oxalis* sp. y *Malva* sp. Cuando presentan un desarrollo avanzado (previo a la floración o en la floración). Las especies utilizadas con fines forrajeros son: *Simsia* sp., *Bidens* sp., *Sicyos* sp., *Eruca vesicaria* Mill., *Brassica rapa* L., *Avena Fatua* L., *Cosmos bipinnatus* Cav., *Malva* sp., principalmente. Por otra parte, en las comunidades existen personas que se dedican a la recolección de *Chenopodium berlandieri*

5) *Maguey* and *nopal*. These species participate with 9%. They are part of a historical and cultural tradition in Mesoamerican agriculture (García-Moya *et al.*, 2011), and within the communities studied they are used to make *pulque*, for the sale of prickly pears, and to create walls that make up the terraces. The configuration of *maguey* rows in parcels is part of the territorial landscape in the area. *Maguey* is and has been a species that supplies fibers and drinks since Pre-Historic times (Bye, 1998). *Pulque* consumption was restricted to older people, who in their turn promote cultivation and its elaboration. However, *maguey* plantations are being reduced, which is attributed to the long period required (8 years) for its use. *Nopal* is a species that, throughout time, has had a series of uses that privilege its cultivation; it is a rustic species with the ability to survive environments that are restrictive in moisture and in marginal soils like *tepetates*. *Nopal* fruits and gladiolus are a source of food and income.

6) Weeds. They represent more than 50% of the diversity present in the parcels. This herbal stratum is integrated by annual plants that prosper spontaneously in cultivation lands, whose reproductive cycle is successful without the intervention of man (Blanco and Leyva, 2007; Sans, 2007). This group of plants is not very appreciated and they are undesirable when their population densities increase; their populations are controlled through agricultural practices; however, farmers tolerate those that can grant them benefits.

The most frequent weed species are: *Chenopodium berlandieri* Linn, *Simsia* sp., *Lopeezia racemosa* Cav, *Bidens* sp., *Sicyos* sp., *Oxalis* sp., *Eruca vesicaria* Mill., and *Brassica rapa* L., of which certain species are a source of food. Gathering of these species is practiced by 82% of the farmers, and it is carried out preferably during the months of June and July, obtaining low volumes. The main species collected is *Chenopodium berlandieri* Linn, and occasionally *Oxalis* sp. and *Malva* sp. are also used, when they present advanced development (prior to flowering or during flowering). The species used for fodder are: *Simsia* sp., *Bidens* sp., *Sicyos* sp., *Eruca vesicaria* Mill., *Brassica rapa* L., *Avena Fatua* L., *Cosmos bipinnatus* Cav., and *Malva* sp., primarily. On the other hand, in the communities there are people who are devoted to gathering of *Chenopodium berlandieri* Linn and *Brassica rapa* L. pods, to be commercialized

Linn y vainas de *Brassica rapa* L. para ser comercializados en los mercados de la Ciudad de Texcoco. Otros estudios precisan que en el oriente del Estado de México cerca de 45% de las plantas medicinales recolectadas y vendidas en los mercados de la Ciudad de México son arvenses (Bye, 1998). Otro papel, además del económico que tienen las especies arvenses es la protección del suelo contra la erosión eólica e hídrica; además de contribuir a mantener la complejidad trófica (Marshall *et al.*, 2003) y promover la estabilidad de los agroecosistemas (Vandermeer *et al.*, 1998).

La biodiversidad planeada por los agricultores ofrece servicios multifuncionales: alimenticios, medicinales, energéticos (leña), económicos (ornamentales) y para la conservación del suelo. Esta diversidad planeada es un ejemplo de aplicación práctica de principios ecológicos, dado que genera nichos o hábitats para que otras especies (microorganismos, insectos, etcétera) colonicen el agroecosistema y promuevan servicios ecológicos como la regulación biológica y el flujo de nutrientes (Altieri, 1999; Muriel y Vélez, 2004; Swift *et al.*, 2004; Malézieux *et al.*, 2009, Yong y Leyva, 2010). Los resultados demostraron que menos de 50% de la biodiversidad vegetal encontrada en los sistemas de cultivo es fomentada por los agricultores; y el resto tiene un carácter temporal, dado por la estacionalidad de la lluvia que determina la emergencia y establecimiento de las plantas anuales. La diversidad permanente conformada por especies semiperennes y perennes representa 35%.

La abundancia relativa por comunidad (Figura 3) demostró diferencias en la composición y abundancia de especies, con patrones diferentes en cuanto a composición y abundancia de especies. En Nativitas el número de especies fue menor y su abundancia relativa tendió a ser baja. De acuerdo a la abundancia de especies y considerando los seis grupos mencionados se tiene que los cultivos anuales fueron más diversos y con mayor frecuencia en las comunidades de Tequexquahuac y Nativitas; mientras que los frutales son especies más frecuentes en Ixayoc. Esta última comunidad se ha caracterizado por fomentar el cultivo de árboles frutales, sobre todo en las partes altas; aunque es una actividad practicada a pequeña escala. Las ornamentales están principalmente representadas por el agapando y el cempasúchil. El agapando es más frecuente en Ixayoc y el cempasúchil en Tequexquahuac. En cuanto a los árboles y arbustos hay más frecuencia de especies nativas (cedro, tepozán y encino) de la zona en la comunidad de Ixayoc. El pirul es una especie indicadora de la perturbación de los ecosistemas; esta especie fue encontrada de manera más frecuente en la comunidad de Nativitas.

in the markets of the city of Texcoco. Other studies state that in eastern Estado de México, close to 45% of medicinal plants gathered and sold in the markets of Mexico City are weeds (Bye, 1998). Another role, in addition to the economic role that weed species have, is protecting soil against wind and water erosion; in addition to contributing to maintaining the trophic complexity (Marshall *et al.*, 2003) and promoting the stability of agro-ecosystems (Vandermeer *et al.*, 1998).

The biodiversity planned by farmers offers multifunctional services: dietary, medicinal, energetic (firewood), economic (ornamental) and for soil conservation. This planned diversity is an example of the practical application of ecological principles, since it generates niches or habitats for other species (microorganisms, insects, etc.) to colonize the agroecosystem and promote ecological services such as biological regulation and nutrient flow (Altieri, 1999; Muriel and Vélez, 2004; Swift *et al.*, 2004; Malézieux *et al.*, 2009, Yong and Leyva, 2010). The results proved that less than 50% of the plant biodiversity found in cultivation systems is fostered by farmers; and the rest has a temporary character, given by the seasonality of rain that determines the emergence and establishment of annual plants. The permanent diversity made up by semi-perennial and perennial plants represents 35%.

The relative abundance per community (Figure 3) showed differences in the composition and abundance of species, with different patterns in terms of composition and abundance of species. In Nativitas, the number of species was lower and their relative abundance tended to be low. Based on the abundance of species, and taking into account the six groups mentioned, we found that annual crops were more diverse and more frequent in the communities of Tequexquahuac and Nativitas, while fruit trees are more frequent species in Ixayoc. This last community has been characterized by fostering the cultivation of fruit trees, especially in the high parts, although it is an activity that is practiced at a low scale. Ornamentals are mainly represented by African lily and *cempasúchil* in Tequexquahuac. With regards to trees and shrubs, there is greater frequency of native species (cedar, *tepozán* and live oak) in the area of the Ixayoc community. Pepper tree is a species that indicates disturbance of ecosystems; this species was found more frequently in the community of Nativitas.

Weeds and *maguey* present higher values in communities of the lower part (Tequexquahuac and Nativitas), while *nopal* is present to a higher degree in Ixayoc and Nativitas.

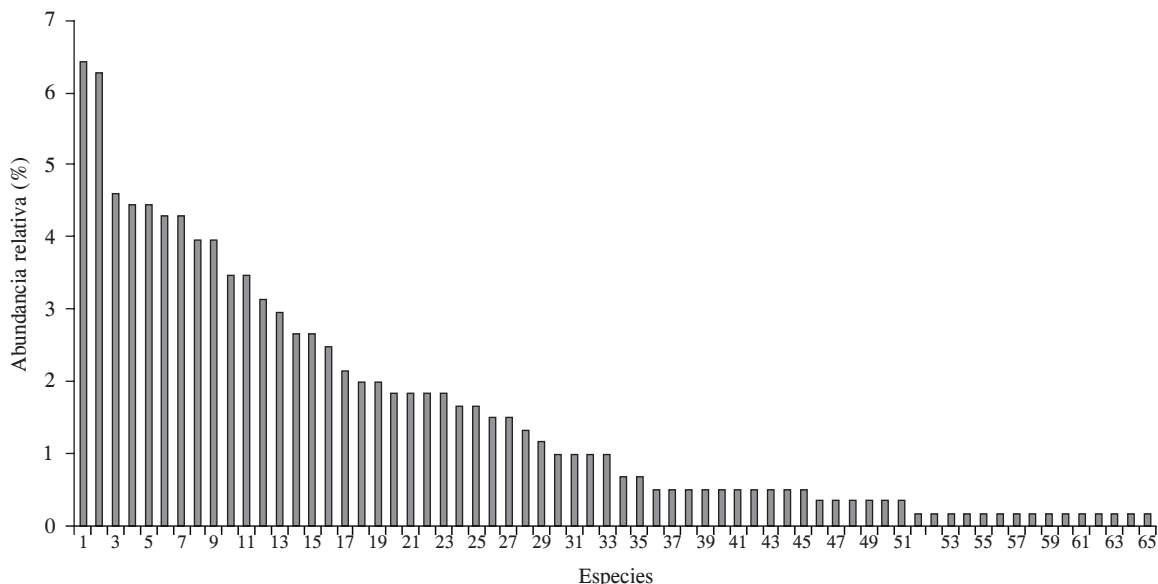


Figura 3. Curva de abundancia-diversidad de especies encontradas en parcelas de agricultores en tres comunidades de la Cuenca del río Texcoco, 1999.

Figure 3. Abundance-diversity curve for species found in farmers' parcels in three communities of the Texcoco River Basin, 1999.

Las arvenses y el maguey presentan valores más altos en las comunidades de la parte baja (Tequexquinahuac y Nativitas), mientras que el nopal se presenta en mayor medida en Ixayoc y Nativitas.

En las comunidades de Ixayoc y Tequexquinahuac, el número de especies encontradas fue igual; sin embargo, la composición y la frecuencia al interior de cada una fueron diferentes, según se determinó en los índices de diversidad (Cuadro 2).

En Nativitas la diversidad de especies es menor en 23% con respecto a las dos primeras comunidades. En Ixayoc son más las especies abundantes (N1), por lo que el índice de diversidad de Shannon fue mayor. La distribución de las especies en las parcelas medida a través de la uniformidad (E) indica que en Ixayoc hay especies que se presentan en mayor frecuencia en las parcelas, por ello su distribución tiende a ser más uniforme, teniendo en cuenta que cuando el valor tiende a cero existe una menor equidad en la distribución de especies. Los índices demostraron la existencia de

In the communities of Ixayoc and Tequexquinahuac, the number of species found was equal; however, the composition and frequency inside each one was different, as was determined in the diversity indexes (Table 2).

In Nativitas, the diversity of species is lower in 23% with regards to the first two communities. In Ixayoc, there are more abundant species (N1), which is why the Shannon diversity index was higher. The distribution of species in parcels measured through uniformity (E) indicates that in Ixayoc there are species that are present more frequently in parcels, which is why their distribution tends to be more uniform, taking into consideration that when the value tends to zero there is a lower equity in species distribution. Indexes proved the existence of a specific gradient. The greatest diversity in parcels was found towards the higher part of the basin; thus, the community of Nativitas, located in the lower part, presented the lowest wealth, diversity and uniformity of species in the parcels.

Cuadro 2. Índices de diversidad en parcelas de maíz en tres comunidades de la Cuenca del Río Texcoco. Table 2. Diversity indexes in maize parcels in three communities of the Texcoco River Basin.

Componente		Comunidad		
		San Pablo Ixayoc	Tequexquinahuac	Nativitas
Número total de especies	No	51	51	39
Especies abundantes	N1	39	35	26
Especies muy abundantes	N2	37	32	23
Índice de Shannon	H'	3.65	3.57	3.25
Uniformidad	E	0.9654	0.9037	0.8674

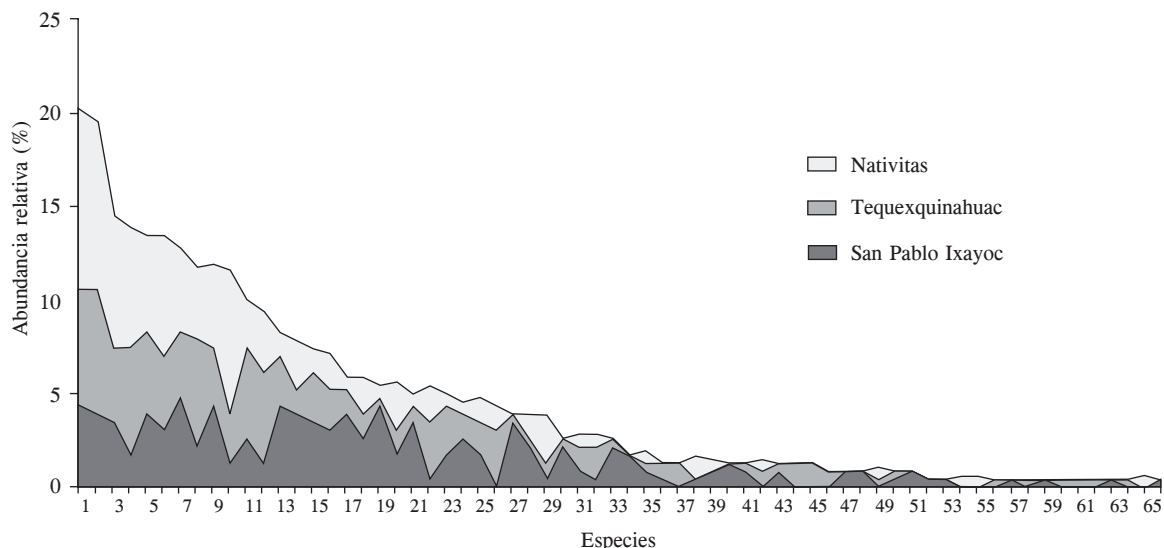


Figura 4. Curva de abundancia-diversidad de especies por comunidad, cuenca del río Texcoco.
Figure 4. Abundance-diversity curve for species per community, Texcoco River Basin.

cierto gradiente. Hacia la parte más alta de la cuenca se encontró la mayor diversidad en las parcelas, de esta forma la comunidad de Nativitas, localizada en la parte baja, presentó la menor riqueza, diversidad y uniformidad de especies en las parcelas.

La abundancia de la biodiversidad en los sistemas de cultivo varía en las comunidades. Esto está asociado a la variación ambiental, al manejo agronómico de los cultivos, al fomento de la biodiversidad en las parcelas y espacios inter parcelarios, al grado de aislamiento de los sistemas de cultivo de la vegetación natural y de su proximidad a los centros urbanos (Altieri, 1999). La cercanía de las comunidades a la ciudad de Texcoco ha sido un elemento que ha afectado de manera importante los cambios en el uso del suelo y en la gestión de los sistemas de producción, sobre todo por la disponibilidad de mano de obra (Hernández-Suarez y Vázquez-García, 2007).

CONCLUSIONES

El manejo y la gestión de la biodiversidad es el resultado de procesos históricos, los cuales se desarrollan tanto espacial como temporalmente entre las diferentes comunidades.

Las prácticas cotidianas de los agricultores y su familia sobre las formas específicas de manejo de sus sistemas de producción, y el fomento de la biodiversidad constituyen un cúmulo de conocimiento tradicional que proporciona seguridad alimentaria en un ambiente agroclimático fluctuante y restrictivo, siendo una forma de gestionar el uso, manejo y sobre todo la conservación de los recursos biológicos locales.

El manejo de sistemas de cultivo con elevada biodiversidad es un rasgo de la agricultura tradicional

The abundance of biodiversity in the cultivation systems varies in different communities. This is associated to environmental variation, agronomic management of crops, promotion of biodiversity in parcels and inter-parcel spaces, the degree of isolation of cultivation systems from natural vegetation, and their proximity to urban centers (Altieri, 1999). The closeness of communities to the city of Texcoco has been an element that has affected changes in land use and in management of production systems in an important way, particularly because of the availability of workforce (Hernández-Suarez and Vázquez-García, 2007).

CONCLUSIONS

Management and handling of biodiversity is the result of historical processes, which develop both spatially and temporally among different communities.

Daily practices by farmers and their families regarding the specific ways to manage their production systems and the promotion of biodiversity constitute a cumulus of traditional knowledge that provides dietary security in a fluctuating and restrictive agro-climate environment, and they are a way to handle the use, management and particularly, the conservation of local biological resources.

Management of cultivation systems with high biodiversity is a characteristic of traditional Mesoamerican agriculture, which still persists in peri-urban communities due to its multifunctional role.

A diversity of 66 species was registered, out of which 11 represented 50% of the relative abundance.

The groups of species identified are: 1) Annual crops: maize, squash, beans and fava beans, which

mesoamericana, el cual aún persiste en las comunidades periurbanas debido a su papel multifuncional.

Se registró una diversidad de 66 especies, de las cuales 11 representaron 50% de la abundancia relativa.

Los grupos de especies identificados son: 1) Cultivos anuales: maíz fueron calabaza, frijol y haba que representan 12 % del total de la diversidad; 2) Árboles frutales (pera, capulín, tejocote y durazno) 12%; 3) Árboles y arbustos. (huizache, eucalipto, pirul ocote, tepozán, cedro, encino y palo dulce); con un 12% de la diversidad; 4) Ornamentales (agapando), representan 4%; y 5) Maguey y nopal (9%). Los principales usos de las especies son: alimenticios, forrajeros, medicinales, leña, ornato, cobertura y protección del suelo.

LITERATURA CITADA

Altieri, Miguel. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *In: Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74 p.

Blanco, Yaisys, y A. Leyva. 2007. Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. *In: Cultivos Tropicales*, vol. 28, Núm. 2.

Bussan, A. J., C. M. Boerboom, and D. E. Stolenberg. 2000. Response of *Setaria faberi* demographic processes to herbicide rates. *Weed Sci.* 48: 445-453.

Bye, R. 1998. La intervención del hombre en la diversificación de las plantas en México. *In: Ramammorthy, T. P., R. Bye, A. Lot, y J. Fa. (comp). Diversidad biológica de México: orígenes y distribución.* Instituto de Biología, universidad Nacional Autónoma de México. México, Traductor Zárate, S. pp: 689-713.

Clergue, Boris, Bernard Amiaud, Frank Fervancon, Françoise Lasserre-Joulin, and Sylvain Plantureux. 2005. Biodiversity: function and assessment in agricultural areas. A review. *In: Agronomy for Sustainable Development.* Núm. 25.

Cuevas S., J., S. Miranda, y J. Sahagún. 1997. Fitodomesticación: concepto central para el desarrollo y conservación de las plantas como recursos. II Congreso Nacional Agropecuario y Forestal por Un Desarrollo Sostenible. México.

García-Moya, E., A. Romero-Manzanares, y P. S. Nobel. 2011. Highlights for Agave Productivity. *In: GCB Bioenergy* 3.

Gliessman, S., R. 1997. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Engles, E. (ed). Ann Arbor Press. U.S.A. 357 p.

Heggenstaller, A. H., and M. Liebman. 2006. Demography of *Abutilon theophrasti* and *Setaria faberi* in three crop rotation systems. *Weed Res.* 46: 138-151.

Hernández Suárez, Cleotilde, y Verónica Vázquez-García. 2007. La problemática socioambiental de la cuenca del río Texcoco. Una revisión de literatura. *In: Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, Vol. 4, Núm. 1, enero-junio.

Hill, M., O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *In: Journal of Ecology.* 54.

Lotz, L. A. P., R. M. H. Groeneveld, B. Habekotte, and H. Van Oene. 1991. Reduction of growth and reproduction of *Cyperus esculentus* by specific crops. *Weed Res.* 31: 153-160.

Ludwig J., A., and J. C. Reynolds. 1988. Statistical ecology: a first timer on methods and computing. John Wiley and Sons, Inc. United States of America. pp: 85-103.

Malézieux, E., Y. Crozat, C. Dupraz, M. Laurans, D. Makowski, H. Ozier-Lafontaine, B. Rapidel, S. de Tourdonnet, and M. Valantin-Morison. 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models: A Review. *In: Agronomy for Sustainable Development.* 29.

Márquez S., F. 1976. Clasificación tecnológica de los sistemas de producción agrícola (agroecosistemas) según los ejes espacio y

represent 12% of the total diversity; 2) Fruit trees (pear, *capulín*, *tejocote* and peach), 12%; 3) Trees and shrubs (*huizache*, eucalyptus, pepper tree, *ocote*, *tepozán*, cedar, live oak and *palo dulce*), with 12% of diversity; 4) Ornamentals (African lily) represent 4%; and 5) *Maguey* and *nopal* (9%). The main uses for species are: food, fodder, medicinal, firewood, ornament, cover and soil protection.

- End of the English version -

tiempo. *In: Hernández X., (ed) Agroecosistemas de México: contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola.* Chapingo, México. pp: 255-275.

Marshall, E. J. P., V. K. Brown, N. D. Boatman, P. J. W. Luttman, G. R. Squire, y L. K. Ward. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *In: Weed Research.* 43 p.

Mejía, V. L. E., y C. Ortíz. 1986. Uso del levantamiento fisiográfico para propósitos de evaluación de tierras en la Cuenca del Río Texcoco. *Agrociencia.* Núm. 65.

Moran, Hiram, y Ramón Soriano-Robles. 2010. Diversidad Biológica en la agricultura periurbana del Distrito Federal, Mexico. *In: Ateliê Geográfico.* Vol. 4, Núm. 10.

Muriel, R. Sandra B., y León D. Vélez V. 2004. Evaluando la diversidad de plantas en los agroecosistemas como estrategia para el control de plagas. *In: Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica).* Núm. 71.

Peña, David, y Claude Zebrowski. 1992. Estudio de los suelos volcánicos endurecidos de las cuencas de México y Tlaxcala. Informe de mapa morfopedológico de la vertiente occidental de la sierra nevada. Commission des Communautés Européennes (ed) Montecillo, México.

Pisanty, I., M. Mazari, E. Ezcurra, Patricia Moreno-Casasola, Lina Ojeda Revah, Alejandro Velázquez, Francisco Romero Malpica, y Consuelo Bonfil. 2009. El reto de la conservación de la biodiversidad en zonas urbanas y periurbanas, *In: Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México.

Puricelli, E., G. Orioli, and M. R. Sabbatini. 2002. Demography of *Anoda cristata* in wide and narrow-row soybean. *Weed Res.* 42: 456-463.

Sans, F. X. 2007. La diversidad de los agroecosistemas. *In: Ecosistemas.* Vol. 16, Núm. 1, enero 2007.

Sosnoskie, L. M., C. P. Herms, and J. Cardina. 2006. Weed seed bank community composition in a 35-year-old tillage and rotation experiment. *Weed Sci.* 54: 263-273.

SPP. 1983. Carta edafológica 1:50 000 Chalco, México. D. F.

Swanton, C. J., B. D. Booth, K. Chandler, D. R. Clements, and A. Shrestha. 2006. Management in a modified no-tillage corn-soybean-wheat rotation influence weed population and community dynamics. *Weed Sci.* 54: 47-58.

Swift M.J., A.M.N. Izac, y M. Van Noordwijk M. 2004. Biodiversity and ecosystem services. Are we asking the right questions? *In: Agriculture Ecosystems and Environment.* 104 p.

Torres, L., P., y L. Rodríguez S. 2008. Farming dynamics and social capital: A case study in the urban fringe of Mexico City. *In: Environment, Development and Sustainability.* Vol. 10.

Vandermeer, J., M. van Noordwijk, J. Anderson, C. Ong, and I. Perfecto. 1998. Global change and multi-species agroecosystems: Concepts and issues. *In: Agriculture Ecosystems and Environment.* 67 p.

Vibrans, H. 1998. Native maize field weed communities in south central Mexico. *Weed Res.* 38: 153-166.

Yong, Ania, y Ania Leyva. 2010. La biodiversidad florística en los sistemas agrícolas. *In: Cultivos Tropicales*, Vol. 31, Núm. 4.

Zarin, J, D., G. Huijun, and L. Enu Knesi. 1999. Simple methods for the quantitative assessment of plant species diversity in complex agricultural landscapes. *Memorias del Seminario Internacional sobre Agrodiversidad Campesina*. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.