

PATRONES DE CULTIVO EN HUERTOS COMERCIALES MINIFUNDISTAS IRRIGADOS DE MEXQUITIC, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

CROP PATTERNS IN SMALL IRRIGATED COMMERCIAL GARDENS OF MEXQUITIC, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Javier Fortanelli-Martínez, Fernando Carlin-Castelán, Jéssica G. Loza-León y Juan R. Aguirre-Rivera

Instituto de Investigación de Zonas Desérticas. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Altair 200. Fraccionamiento Del Llano. 78377. San Luis Potosí, San Luis Potosí. México. (fortanel@uaslp.mx)

RESUMEN

Los sistemas hortícolas minifundistas de Mexquitic, San Luis Potosí, son intensivos y complejos en relación con los arreglos espaciales y temporales de sus cultivos irrigados. En este trabajo se diferencian patrones de cultivo en una muestra de quince huertos mediante clasificación multivariable aplicada a registros mensuales del área relativa ocupada por los cultivos en cada huerto, como un aporte metodológico al estudio de sistemas agrícolas complejos. Los resultados revelan la existencia de un patrón de cultivos de primavera y otro de verano, diferenciados principalmente por cambios en especies ornamentales cultivadas. Asimismo, se encontró que los hortelanos que prefieren herbáceas de ciclo corto cultivan superficies menores, tienen un promedio de edad más bajo y manejan menos especies que aquellos que cultivan herbáceas bienales y perennes.

Palabras clave: Horticultura, sistemas agrícolas, TWINSPAN.

INTRODUCCIÓN

En las regiones semiáridas las cañadas pueden presentar una combinación favorable de corrientes de agua, efímeras o permanentes, suelos aluviales fértiles y protección topográfica contra heladas, vientos fuertes y excesiva insolación. En este microambiente suelen prosperar comunidades vegetales que contrastan con las del entorno por sus mayores magnitudes de riqueza, diversidad y biomasa. Por estas características, algunos de los pueblos de indios mesoamericanos llevados a zonas áridas de América desde finales del siglo XVI establecieron allí sus principales asentamientos. La resultante agrícola de la interacción de aquellos agricultores, y sus descendientes, con ese microambiente favorable a lo largo de cuatro siglos, es un rico e intensivo sistema de huertos.

En Mexquitic, la disponibilidad de agua se ha beneficiado a partir de 1927 con la construcción de una

ABSTRACT

The small horticultural systems of Mexquitic, San Luis Potosí, are intensive and complex with respect to the spacial and temporal arrangements of their irrigated crops. In the present study, crop patterns are differentiated in a sample of fifteen gardens by means of multivariate classification applied to monthly records of the relative area occupied by the crops in each garden, as a methodological contribution to the study of complex agricultural systems. Results show the existence of a spring crop pattern and another of summer, differentiated mainly by changes in the ornamental species that are cultivated. In addition, it was found that the growers that prefer short cycle herbaceous species, cultivate smaller surfaces, have a lower average age and manage fewer species than those who cultivate biennial and perennial species.

Key words: Horticulture, agricultural systems, TWINSPAN.

INTRODUCTION

In the semiarid regions, ravines can present a favorable combination of water streams, ephemeral or permanent, fertile alluvial soils and topographic protection against frost, strong winds and excessive insolation. In this microenvironment, plant communities usually flourish that contrast with those of their surroundings due to greater magnitudes of species richness, diversity and biomass. Because of these characteristics, some of the groups of Mesoamerican Indians transferred to arid American zones in the late XVI century established their principal settlements in ravines. The agricultural result of the interaction of those farmers and their descendents, with such a favorable microenvironment during four centuries, is a rich and intensive system of orchards.

In Mexquitic, the availability of water has been increased since 1927 with the construction of a dam with a capacity of 5×10^6 m³. The above, added to the Tlaxcalan horticulture tradition and the close presence of an important urban market, the city of San Luis

presa de almacenamiento de 5×10^6 m³ de capacidad. Lo anterior, aunado a la tradición hortícola tlaxcalteca y la presencia cercana de un mercado urbano importante, la ciudad de San Luis Potosí y su zona conurbada (798 782 habitantes, INEGI, 2001), ha estimulado la explotación de pequeños huertos comerciales donde se suele cultivar simultáneamente un promedio de 25 especies en parcelas pequeñas y fragmentadas a lo largo de la cañada (0.459 ha por propietario; uno a ocho predios por huerto). La apreciación visual de estos huertos indica una serie de complejos arreglos en el tiempo y en el espacio que involucran el uso de plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas y trepadoras, productoras de frutos, flores, hojas, raíces y tallos aprovechables, de tipo anual, bienal o perenne y que se cosechan en épocas especiales (semana santa, día de las madres, día de muertos) o en cualquier época del año (Fortanelli *et al.*, 1999; Fortanelli y Aguirre, 2000). A primera vista, la complejidad de estos huertos dificulta apreciar la existencia de patrones diferenciados de manejo; pareciera que cualquiera de los casos extremos, ya fuese un patrón único de una forma extremadamente compleja e indescifrable o bien la inexistencia de patrones, tuviesen el mismo valor explicativo.

La hipótesis de la existencia de varios patrones motivó la realización de este trabajo. El objetivo fue aplicar una técnica de clasificación multivariable, el análisis de doble vía de especies indicadoras con el programa TWINSpan (Hill, 1979), para diferenciar patrones de manejo, con base en registros mensuales del área relativa ocupada por los cultivos en cada huerto. La identificación de patrones, es decir la clasificación de huertos en función de las especies presentes y de sus cambios a través del tiempo, simplifica el análisis de estos sistemas y permite el establecimiento de correlaciones con otras variables concurrentes.

Aunque se han realizado varios trabajos descriptivos acerca de la función, la composición florística, la dinámica y la estructura de huertos (Rico *et al.*, 1990; Leszczyńska *et al.*, 1996), se ha usado poco el análisis multivariable para el estudio cuantitativo de estos sistemas. TWINSpan es un programa de clasificación jerárquica divisiva y politética que se aplica a comunidades vegetales en una matriz de especies (en este caso cultivos) por unidades geográficas (en este caso huertos). El método es una versión computarizada y robusta del método tabular de clasificación de vegetación diseñado por Braun-Blanquet (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974). Tanto las especies como las unidades geográficas son clasificadas en forma secuencial y dicotómica. En el primer nivel de clasificación se obtienen dos grupos, en el segundo cuatro, en el tercero ocho y así sucesivamente. El programa determina a la vez especies preferenciales, de acuerdo con su afinidad

Potosí and its adjacent zones (population 798 782, INEGI, 2001), has stimulated the exploitation of small commercial gardens where an average of 25 species are grown simultaneously in small fragmented plots along the ravine (0.459 ha per owner; one to eight plots per garden). The visual appreciation of these gardens indicates a series of complex arrangements in time and space that involve the use of herbaceous, shrubby, arboreal and climbing plants, producers of usable fruits, flowers, leaves, roots and stems, of the annual, biennial or perennial type and that are harvested at special times (Holy Week, Mother's Day, Day of the Dead), or at any time of the year (Fortanelli and Aguirre, 2000). At first glance, the complexity of these gardens makes it difficult to perceive the existence of differentiated patterns of management; it would seem that any of the extreme cases, whether it is a single pattern of an extremely complex and indecipherable form, or the inexistence of patterns, would have the same explanatory value.

The hypothesis of the existence of various patterns was the motivation to carry out the present study. The objective was to apply a multivariate classification technique, the two way species indicator analysis with the TWINSpan program (Hill, 1979), to differentiate management patterns, based on monthly records of the relative area occupied by the crops in each garden. The identification of patterns, that is, the classification of gardens as a function of the species present and their changes through time, simplifies the analysis of these systems and permits the establishment of correlations with other concurrent variables.

Although various descriptive studies have been made of the function, floristic composition, dynamics and structure of gardens (Rico *et al.*, 1990, Leszczyńska *et al.*, 1996), multivariate analysis has seldom been employed for the quantitative study of these systems. TWINSpan is a program of divisive and polythetic hierarchical classification that is applied to plant communities in a matrix of species (in this case crops) by geographic units (in this case gardens). The method is a computerized and robust version of the tabular method of vegetation classification designed by Braun-Blanquet (Mueller-Dombois and Elleberg, 1974). Both the species and the geographic units are classified sequentially and dichotomously. Two groups are obtained in the first classification level, four in the second, eight in the third and so on. The program also determines preferential species, according to their affinity for one of the groups obtained in each dichotomy, and indicator species, which emphasize this relationship. Its final product is an arranged data matrix (the tabular arrangement of the Braun-Blanquet method) whose resulting hierarchies may be represented with a

por uno de los grupos obtenidos en cada dicotomía, y especies indicadoras, las cuales enfatizan esta relación. Su producto final es una matriz de datos arreglada (el arreglo tabular del método de Braun-Blanquet) cuyas jerarquías resultantes se pueden representar con un dendrograma (Hill, 1979). Algunos trabajos donde se ha aplicado esta técnica son análisis de comunidades vegetales (Levy y Aguirre, 2005), análisis de cultivares (Reyes-Agüero *et al.*, 2005), regionalización (Zhang, 2000) y estudios zoológicos (Basford *et al.*, 1990).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó durante la primavera y el verano de 1997 en la rancharía Las Moras (672 habitantes), ubicada 20 km al noroeste de la ciudad de San Luis Potosí, y a 2.5 km de su cabecera municipal, Mexquitic, en dirección noreste. Sus coordenadas son 22° 16' 17" N y 101° 05' 10" O. El clima es BS₁kw(e)gw", esto es, seco templado, con lluvias en verano, mes más cálido antes del solsticio de verano, extremo y con sequía intraestival; la precipitación media anual es 409 mm y la temperatura media anual 17.5 °C (García 1987).

Con la información proporcionada por la representante local de la Secretaría de Salud se elaboró un padrón de 42 usuarios del agua de riego. Con base en un trabajo similar realizado por Fortanelli *et al.* (1996), mediante el criterio de varianza máxima de la proporción se calculó un tamaño de muestra de 15 usuarios (hortelanos), con una confiabilidad de 0.95 y un error de 0.10; el muestreo fue completamente al azar. Se consideró como unidad de observación al huerto manejado por cada hortelano de la muestra seleccionada, con todos los predios que lo integraran, independientemente de su grado de cohesión o fragmentación física. Mediante levantamiento planimétrico con brújula y cinta se elaboraron detallados croquis a escala para cada predio de cada huerto; estos croquis sirvieron de base para determinar la superficie de predios y huertos, y para registrar mensualmente los cambios en la distribución y número de individuos de las especies espontáneas útiles y de las cultivadas. Durante las estancias y visitas periódicas se recolectaron los ejemplares botánicos que reunían las características necesarias para su identificación hasta el nivel de especie. La identificación y el cotejo fueron hechas por el Sr. José García Pérez, curador del herbario Isidro Palacios del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (SLPM), donde los ejemplares quedaron depositados. Asimismo se aplicó una encuesta a los hortelanos para obtener datos de la estructura familiar (número de integrantes, edad y sexo) que pudiesen estar correlacionados con los patrones de manejo de sus huertos. La identificación de patrones de los huertos se realizó mediante el programa de clasificación multivariable TWINSpan (Hill, 1979), utilizando el paquete de cómputo PC-ORD (McCune y Mefford, 1999).

Se construyó en Excel una matriz de doble entrada. Las filas de esta matriz correspondieron a los registros mensuales de la superficie cubierta por cada cultivo en cada uno de los quince huertos. Como el periodo de observación abarcó seis meses, los registros de cada huerto ocuparon seis filas; el nombre genérico para las filas de

dendrograma (Hill, 1979). Some works where this technique has been applied are analysis of plant communities (Levy and Aguirre, 2005), analysis of cultivars (Reyes-Agüero *et al.*, 2005), regionalization (Zhang, 2000) and zoological studies (Basford *et al.*, 1990).

MATERIALS AND METHODS

The present study was carried out during the spring and summer of 1997 in the Las Moras settlement (population 672), located 20 km northwest of the city of San Luis Potosí, and 2.5 km from its main center, Mexquitic, to the northeast. Its coordinates are 22° 16' 17" N and 101° 05' 10" W. The climate is BS₁kw(e)gw", that is, dry temperate, with rains in summer, the hottest month before the summer solstice, with extremes of temperature and interstitial drought; the mean annual precipitation is 409 mm and the mean annual temperature is 17.5 °C (García, 1987).

With the information provided by the local representative of the Secretaría de Salud, a census was drawn up of 42 users of irrigation water. Based on a similar study carried out by Fortanelli *et al.* (1996), by means of the criteria of maximum variance of the proportion, a sample size of 15 users (gardeners) was calculated, with a reliability of 0.95 and an error of 0.10; the sampling was completely random. The garden managed by each grower was considered the observation unit of the selected sample, with all of the plots that comprise it, independently of its degree of cohesion or physical fragmentation. By means of planimetric surveying with compass and tape, detailed models were made to scale for each plot of each garden; these models served as a base to determine the surface of plots and gardens, and to make a monthly record of the changes in distribution and number of individuals of the useful spontaneous species and of the cultivated species. During the periodic stays and visits, botanical samples that presented the necessary characteristics for their identification up to the level of species were collected. The identification and comparison were made by Sr. José García Pérez, curator of the Isidro Palacios herbarium of the Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (SLPM), where the specimens were deposited. In addition, a survey was applied to the gardeners to obtain data of the family structure (number of members, age and sex) that could be correlated with the management patterns of their gardens. The identification of the patterns of the gardens was made by means of the TWINSpan multivariate classification program (Hill, 1979), using the PC-ORD computer package (McCune and Mefford, 1999).

A double entrance matrix was constructed in Excel. The rows of this matrix corresponded to the monthly records of the surface covered by each crop in each of the fifteen gardens. Given that the observation period lasted six months, the records of each garden occupied six rows; the generic name for the rows of gardens was Garden/Month (GM). The names of the plants grown were placed in the columns. This list was shortened, to consider only the most important plants according to the following criteria: surface occupied during the observation period (coverage), frequency (proportion of

huertos fue Huerto/Mes (HM). En las columnas se anotaron los nombres de las plantas cultivadas. Esta lista fue depurada para considerar sólo las plantas más importantes de acuerdo con los siguientes criterios: superficie ocupada durante el período de observación (cobertura), frecuencia (proporción de huertos donde se registró la especie x), valor económico y valor de uso. El nombre genérico para las columnas de atributos fue Especie. En las celdas de la matriz se anotó, en porcentaje, el área ocupada por cada especie en el huerto; la ausencia de una especie en determinada fecha y lugar de registro se indicó dejando en blanco la celda correspondiente. Asimismo, y dada la magnitud de la tierra en descanso (34% en promedio), se consideró conveniente incluir esa variable como una especie adicional. Finalmente, la matriz quedó integrada por un total de 90 huertos/mes (HM) y 50 especies. Para codificar las observaciones por huerto y mes se asignó una numeración ascendente para cada huerto. Asimismo, para distinguir las observaciones mensuales se asignaron a cada huerto seis letras, desde A (marzo) hasta F (agosto). Así, 01A y 15F corresponden a los registros de marzo en el huerto uno y de agosto en el huerto 15.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis e interpretación está basado en el dendrograma correspondiente a la clasificación de huertos (Figura 1), en la matriz arreglada obtenida del programa TWINSpan (Cuadro 1) y en los datos de especies preferenciales e indicadoras que el programa señala para cada grupo.

El primer conjunto estuvo integrado por 72 HM correspondientes a 12 huertos. La evidente desproporción en el número de integrantes de este conjunto en relación con el conjunto 2 (18 HM, 3 huertos) revela la dificultad que implicó para el programa encontrar atributos diferenciales en este nivel de división. Lo anterior también es reflejado por un bajo valor característico (0.188). Así, este conjunto podría estar representando los atributos más frecuentemente encontrados en los huertos de Las Moras, entre ellos el cultivo de *Cucurbita pepo*¹, *Coriandrum sativum* y *Gypsophila elegans* y, en magnitudes menores, de herbáceas comestibles como *Allium cepa*, *Spinacia oleracea* y *Phaseolus vulgaris* (ejotero), aromáticas como *Thymus vulgaris* y *Origanum majorana*, ornamentales como *Chrysanthemum maximum*, *C. morifolium*, *Tanacetum parthenium* e *Iberis amara*, y finalmente *Opuntia spp.* como arbustiva de lindero.

En la subsecuente división del conjunto 1 se aprecia una paridad entre los subconjuntos formados (seis huertos o 36 HM, en ambos casos) lo cual a su vez se refleja en un ligero incremento en el valor característico respecto de la división anterior (0.204), indicativo de una más clara diferenciación entre esos subconjuntos.

gardens where the species x was registered), economic value and use value. The generic name for the column of attributes was Species. The area occupied by each species in the garden was recorded by percentage in the matrix cells; the absence of a species on a given date and place of registration was indicated by leaving the corresponding cell blank. In addition, given the magnitude of the fallow land (34% average), it was considered convenient to include this variable as an additional species. Finally, the matrix was integrated by a total of 90 gardens/month (GM) and 50 species. To codify the observations by garden and month, an ascending numeration was assigned for each garden. Furthermore, to distinguish the monthly observations, six letters were assigned to each garden, from A (March) to F (August). Thus, 01A and 15 F correspond to the March records in garden one and to August in garden 15.

RESULTS AND DISCUSSION

The analysis and interpretation is based on the dendrogram corresponding to the classification of gardens (Figure 1), in the arranged matrix obtained from the TWINSpan program (Table 1) and in the data of preferential and indicator species that the program points out for each group.

The first group was integrated by 72 GM corresponding to 12 gardens. The evident disproportion in the number of members of this group with respect to group 2 (18 GM, 3 gardens) reveals the difficulty implied for the program of finding differential attributes at this division level. The above is also reflected by a low eigenvalue (0.188). Therefore, this group could be representing the attributes most frequently found in the gardens of Las Moras, among them the cultivation of *Cucurbita pepo*¹, *Coriandrum sativum* and *Gypsophila elegans*, and in lower magnitudes, the edible herbaceous species such as *Allium cepa*, *Spinacia oleracea* and *Phaseolus vulgaris* (string bean), aromatic plants such as *Thymus vulgaris* and *Origanum majorana*, ornamental species such as *Chrysanthemum maximum*, *C. morifolium*, *Tanacetum parthenium* and *Iberis amara*, and finally, *Opuntia spp.* as border shrub.

In the subsequent division of group 1, a parity can be noted among the subgroups formed (six gardens or 36 GM, in both cases), which in turn is reflected in a slight increase in the eigenvalue with respect to the previous division (0.204), indicative of a clearer differentiation among these subgroups. The first subgroup shows no indicator species, that is, it does not have a clear identification with any species in particular; however, the group of most important preferential species defines a crop pattern of short cycle herbaceous species (*Beta vulgaris* group *cicla*, *Spinacia oleracea*, *Coriandrum sativum* and *Raphanus sativus*),

¹ Los nombres científicos completos de las especies y sus nombres comunes se presentan en el Apéndice 1.

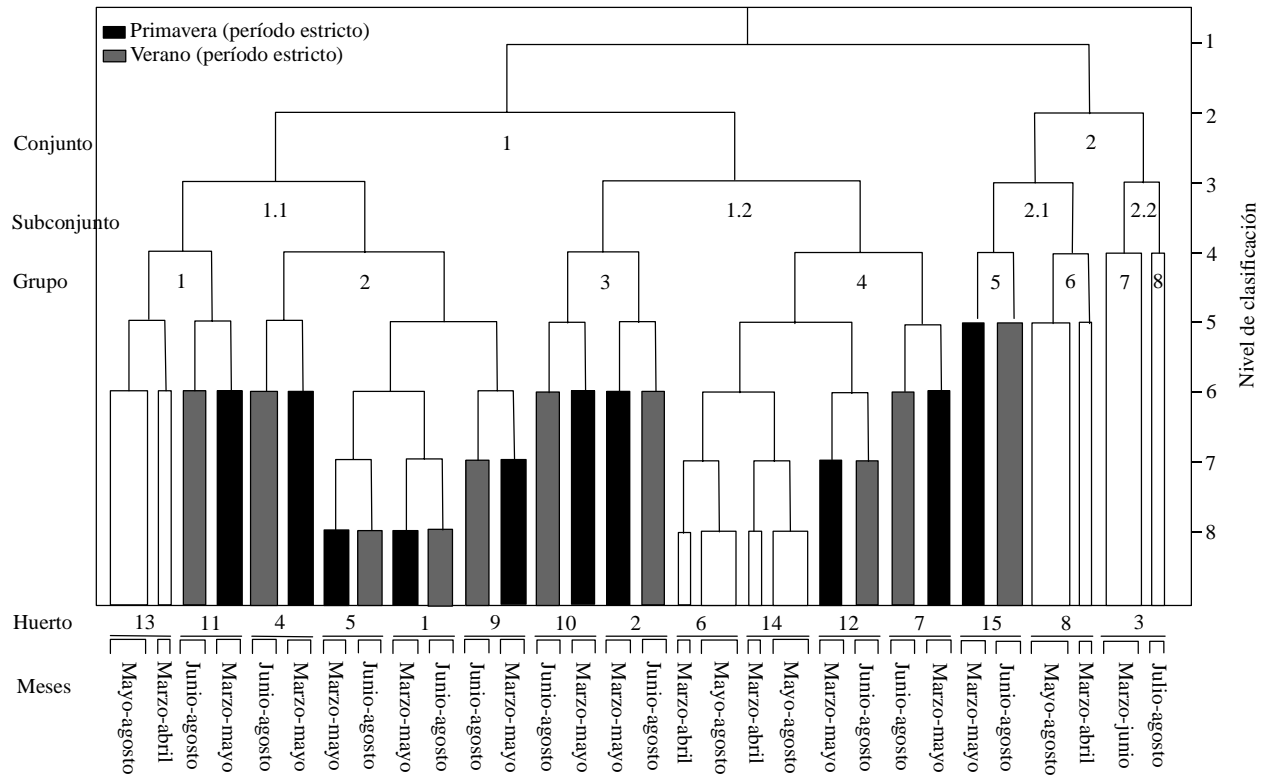


Figura 1 Clasificación de los huertos de la cañada Las Moras con base en la composición e importancia de sus cultivos.
Figure 1. Classification of the gardens of Las Moras based on the composition and importance of their crops.

El primer subconjunto no presenta especies indicadoras, es decir no tiene una clara identificación con alguna especie en particular; sin embargo, el conjunto de especies preferenciales más importantes define un patrón de cultivo de herbáceas de ciclo corto (*Beta vulgaris* grupo *cicla*, *Spinacia oleracea*, *Coriandrum sativum* y *Raphanus sativus*) al cual se agrega una herbácea aromática (*Matricaria recutita*), una herbácea ornamental (*Gypsophila elegans*), una trepadora (*Secchium edule*) y dos arbóreas (*Salix* sp. y *Populus alba*). Las especies indicadoras del subconjunto 1.2 son *Chrysanthemum* spp., *Thymus vulgaris*, *Origanum majorana* y *Foeniculum vulgare*; en conjunto representan un atributo general de estabilidad ya que son de tipo bienal o perenne. Las especies preferenciales importantes redondean este patrón pues agrupan a herbáceas como *Phaseolus vulgaris*, *Cucurbita pepo*, *Petroselinum crispum* y *Medicago sativa*, que suelen ocupar las mayores extensiones relativas. Otra característica destacada de este subconjunto es que entre las especies preferenciales aparecen varias ornamentales comerciales (*Chrysanthemum* spp., *Tanacetum parthenium*, *Iberis amara*, *Chrysanthemum maximum*, *Dianthus caryophyllus* y *Gladiolus gandavensis*) y dos de las aromáticas perennes más importantes de la localidad:

added to which is an aromatic herbaceous species (*Matricaria recutita*), an ornamental herbaceous species (*Gypsophila elegans*), a climbing species (*Secchium edule*) and two arboreal species (*Salix* sp. and *Populus alba*). The indicator species of subgroup 1.2 are *Chrysanthemum* spp., *Thymus vulgaris*, *Origanum majorana* and *Foeniculum vulgare*; together they represent a general attribute of stability, given that they are biennial or perennial. The important preferential species complete this pattern, grouping herbaceous species such as *Phaseolus vulgaris*, *Cucurbita pepo*, *Petroselinum crispum* and *Medicago sativa*, which tend to occupy the largest relative surface areas. Another outstanding characteristic of this subgroup is that among the preferential species, various commercial ornamental plants appear (*Chrysanthemum* spp., *Tanacetum parthenium*, *Iberis amara*, *Chrysanthemum maximum*, *Dianthus caryophyllus* and *Gladiolus gandavensis*) and two of the most important aromatic perennials of the locality: *Thymus vulgaris* and *Origanum majorana*.

According to the above, this division would point to changes in the crop pattern, from short cycle herbaceous species to perennial ones. Table 2 adds to the above mentioned distinctive characteristics, others which indicate key points of the

Thymus vulgaris y *Origanum majorana*. De acuerdo con lo anterior, esta división apuntaría hacia cambios en el patrón de cultivo, de herbáceas de ciclo corto a perennes.

El Cuadro 2 añade a las características distintivas ya mencionadas, otras que indican puntos clave de la diferencia entre ambos patrones. Así, los hortelanos que prefieren herbáceas de ciclo corto (subconjunto 1.1) cultivan menores superficies, tienen un promedio de edad más bajo y manejan una menor riqueza de especies que aquellos que tienen preferencia por las herbáceas bienales y perennes (subconjunto 1.2). En relación con el fraccionamiento del huerto, el subconjunto 1.1 tiene un promedio de 1.2 predios por huerto en tanto que el subconjunto 1.2 tiene 3.8, es decir más del triple que su contraparte.

El conjunto 2 se conformó por sólo tres huertos. Las especies diferenciales que claramente lo distinguen del conjunto 1 son *Ruta chalepensis* y *Artemisia absinthium*; estos huertos, aparte del matiz medicinal que le dan estas especies parecen distinguirse por la presencia abundante de herbáceas perennes como *Medicago sativa* y *Mentha spicata*, además de una componente importante de frutales como *Prunus persica*, *Cydonia oblonga*, *Ficus carica*, *Juglans regia*, *Carya illinoensis* y *Persea americana*. Se aprecia una mayor afinidad de los huertos 3 y 8 con las especies perennes que con las anuales, pero en este conjunto no destaca otra característica asociada. En el siguiente nivel de división la separación del huerto 3 (subconjunto 2.2) de los huertos 15 y 8 (subconjunto 2.1) señala la distinción entre un patrón matizado por herbáceas perennes (*Medicago sativa* y *Mentha spicata*) y los frutales ya mencionados, y otro por herbáceas anuales (*Phaseolus vulgaris*, *Allium cepa* y *Petroselinum crispum*) y ornamentales de cosecha otoñal (*Chrysanthemum* spp. y *Celosia cristata*), respectivamente. La separación de los huertos 15 y 8 se da en el siguiente nivel de división. Aquí el huerto 15 se define claramente por las herbáceas de ciclo corto (*Allium cepa*, *Spinacia oleracea*, *Petroselinum crispum* y *Raphanus sativum*) y por las ya mencionadas ornamentales de otoño. En el huerto 8 destacan dos especies preferenciales del verano (*Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*), una arbórea de sombra (*Populus alba*) y dos medicinales (*Matricaria recutita* y *Ruta chalepensis*).

En la Figura 1 se aprecia que la secuencia dicotómica del dendrograma se llevó hasta el nivel en el que los huertos presentaron subdivisiones que permitieron inferir sobre cambios en el patrón de cultivos durante el período semestral observado. Esa subdivisión se muestra en la base del dendrograma. Diez de estos huertos se dividieron a la mitad del período observado, es decir señalan con claridad la existencia de un patrón de

Cuadro 2. Comparación de valores medios para variables técnicas y económicas de los subconjuntos 1.1 y 1.2.
Table 2. Comparison of mean values for technical and economic variables of subgroups 1.1 and 1.2.

	Especies útiles (número)	Especies cultivadas (número)	Superficie del huerto (m ²)	Edad del hortelano (años)
Promedio del subconjunto 1.1	29.0	17.2	2543.8	40.0
Promedio del subconjunto 1.2	53.3	33.3	7338.6	55.3
t ₀	-4.233	-5.094	-2.425	-1.696
t _a 0.025 (10)	2.228	2.228	2.228	2.228
t _a 0.005 (10)	3.169	3.169	3.169	3.169
	**	**	*	ns

difference between the two patterns. Thus, the gardeners that prefer short cycle herbaceous species (subgroup 1.1) cultivate smaller surfaces, have a lower average age and manage a lower richness of species than those that have preference for biennial or perennial herbaceous species (subgroup 1.2). With respect to the fractioning of the garden, subgroup 1.1 has an average of 1.2 plots per garden, while subgroup 1.2 has 3.8, that is, more than three times its counterpart.

Group 2 was comprised of only three gardens. The differential species that clearly distinguish it from group 1 are *Ruta chalepensis* and *Artemisia absinthium*; these gardens, apart from the medicinal aspect due to these species, seem to be distinguished by the abundant presence of perennial herbaceous species such as *Medicago sativa* and *Mentha spicata*, as well as an important component of fruit species such as *Prunus persica*, *Cydonia oblonga*, *Ficus carica*, *Juglans regia*, *Carya illinoensis* and *Persea americana*. A greater affinity can be observed in gardens 3 and 8 with the perennial species than with the annuals, but in this group no other associated characteristic stands out. In the next division level, the separation of garden 3 (subgroup 2.2) from gardens 15 and 8 (subgroup 2.1) indicates the distinction between a pattern nuanced by perennial herbaceous species (*Medicago sativa* and *Mentha spicata*) and the previously mentioned fruit trees, and another by annual herbaceous species (*Phaseolus vulgaris*, *Allium cepa* and *Petroselinum crispum*) and fall harvest ornamental plants (*Chrysanthemum* spp. and *Celosia cristata*), respectively. The separation of gardens 15 and 18 takes place in the next division level. Here, garden 15 is clearly defined by the short cycle herbaceous species (*Allium cepa*, *Spinacia oleracea*, *Petroselinum crispum* and *Raphanus sativum*) and by the previously mentioned fall ornamental plants. In garden 8, two summer preferential species stand out (*Zea mays* and *Phaseolus*

cultivos de primavera (marzo-mayo) y otro de verano (junio-agosto). De los cinco restantes, cuatro (8, 14, 6 y 13) se fraccionaron en un período corto (marzo-abril) y un período largo (mayo-agosto), y uno, el huerto 3, presentó un fraccionamiento similar pero en sentido opuesto: un período largo (marzo-junio) y uno corto (julio-agosto). Todas las variantes apuntan hacia la existencia de un cambio en el patrón de cultivos entre la primavera y el verano.

En el Cuadro 3 se presenta el análisis de estos cambios a partir de las especies preferenciales que se consideraron importantes en relación con la cobertura ocupada (pseudoespecies de nivel 3 y 4) y con su presencia en el huerto durante un tiempo igual o superior a la mitad del período considerado (frecuencia relativa igual o mayor al 50%). Los períodos primaverales de marzo-abril y marzo-mayo indican que en algún momento, entre la segunda quincena de abril y la primera quincena de mayo, ocurre un cambio en el calendario agrícola. De los 16 cultivos que caracterizan el período primaveral, siete son hortalizas comestibles de raíz, hoja, bulbo o vaina, seis son ornamentales y tres son plantas medicinales, de condimento o ceremoniales. Del grupo de dieciséis cultivos destacan *Matricaria recutita*, *Matthiola incana*, *Beta vulgaris* grupo *cicla* y *Allium cepa* con una frecuencia relativa del 27%; la primera, aparte de sus propiedades medicinales se utiliza como acompañante de los ramos de palma que se elaboran para el Domingo de Ramos. La segunda es el cultivo más importante del grupo de las ornamentales vendidas el Día de las Madres (10 de mayo). Las últimas dos son las más importantes del grupo de cultivos comestibles de ciclo corto que suelen tener demanda comercial entre los períodos vacacionales decembrino y de Semana Santa. Este grupo de comestibles comprende otros cultivos menos frecuentes como *Coriandrum sativum*, *Spinacia oleracea*, *Petroselinum crispum*, *Mentha spicata* y *Raphanus sativus*. Otro bloque de especies ocupa el segundo lugar en frecuencia relativa (20%), y está conformado por *Chrysanthemum morifolium* (clisaria), *Iberis amara*, y *Gypsophila elegans*. Estos tres cultivos acompañan a la ya mencionada *Matthiola incana* en el conjunto de ornamentales que se venden el 10 de mayo. Así, parece evidenciarse que el patrón de cultivos de primavera está determinado por las fechas comercialmente importantes de Semana Santa y las correspondientes a los festejos de mayo.

De acuerdo con los datos del Cuadro 3, se aprecia que los cultivos importantes para caracterizar el patrón de cultivos de verano se reducen a once debido a una mayor ocupación espacial de cada una de ellas. Además cambia la proporción hacia hortalizas comestibles (ocho cultivos). El grupo de ornamentales contribuye

vulgaris), a shade arboreal (*Populus alba*) and two medicinal species (*Matricaria recutita* and *Ruta chalepensis*).

In Figure 1, it can be observed that the dichotomic sequence of the dendrogram was taken to the level in which the gardens presented subdivisions that made it possible to make inferences with respect to changes in the crop pattern during the semestral period observed. This subdivision is shown at the base of the dendrogram. Ten of these gardens were divided at the middle of the period observed, that is, they clearly point to the existence of a spring crop pattern (March-May) and another of summer (June-August). Of the remaining five, four (8, 14, 6 and 13) were fractioned into a short period (March-April) and a long period (May-August), and one, garden 3, presented a similar fractioning, but in the opposite sense: a long period (March-June) and a short one (July-August). All of the variants point to the existence of a change in the crop pattern between spring and summer.

In Table 3 it is shown the analysis of these changes from the preferential species that were considered important with respect to the occupied surface (pseudospecies of level 3 and 4) and with presence in the garden during a time that is equal to or greater than half of the period under consideration (relative frequency equal to or greater than 50%). The spring periods of March-April and March-May indicate that at some point, between the second two week period of April and the first two weeks of May, a change occurs in the agricultural calendar. Of the 16 crops that characterize the spring period, seven are vegetables with edible root, leaf, bulb or pod, six are ornamental and three are medicinal species, spices or ceremonial plants. Of the group of 16 crops, *Matricaria recutita*, *Matthiola incana*, *Beta vulgaris* group *cicla* and *Allium cepa* stand out with a relative frequency of 27%; the first, in addition to its medicinal properties, is used as an accompaniment to the palm branches that are used for Palm Sunday. The second is the most important crop of the group of ornamental plants that are sold for Mother's Day (May 10). The latter two are the most important of the group of short cycle edible crops that have commercial demand for the vacation periods of December and Holy Week. This group of edible plants includes other less frequent crops such as *Coriandrum sativum*, *Spinacia oleracea*, *Petroselinum crispum*, *Mentha spicata* and *Raphanus sativus*. Another block of species occupies second place in relative frequency (20%), and is comprised of *Chrysanthemum morifolium* (clisaria), *Iberis amara*, and *Gypsophila elegans*. These three crops accompany the previously mentioned *Matthiola incana* in the group of ornamental plants that are sold on May 10. Thus, it appears to be evident

Cuadro 3. Variación temporal de los cultivos preferenciales.
Table 3. Temporal variation of the preferential crops.

Huerto	Nivel de clasif. [†]	Período inicial (primavera)	Cultivos preferenciales importantes [‡]	Período final (verano) importantes	Cultivos preferenciales
13	5	Marzo-abril	Matricaria recutita Matthiola incana	Mayo-agosto	
11	5	Marzo-mayo	Beta vulgaris	Junio-agosto	Allium cepa
4	5	Marzo-mayo	Chrysanthemum morifolium [§] Chrysanthemum morifolium [§]	Junio-agosto	Chrysanthemum spp. ^{††} Celosia cristata
5	7	Marzo-mayo	Iberis amara Beta vulgaris	Junio-agosto	Coriandrum sativum Allium cepa
1	7	Marzo-mayo	Chrysanthemum morifolium [§] Spinacia oleracea	Junio-agosto	Raphanus sativus Celosia cristata
			Beta vulgaris Chrysanthemum morifolium [§] Mentha spicata Raphanus sativus		
9	6	Marzo-mayo	Gypsophila elegans	Junio-agosto	Celosia cristata Spinacia oleracea
10	5	Marzo-mayo	Allium cepa Matthiola incana	Junio-agosto	Phaseolus vulgaris Matricaria recutita Celosia cristata
2	5	Marzo-mayo	Phaseolus vulgaris Gypsophila elegans	Junio-agosto	Celosia cristata
6	7	Marzo-abril	Allium cepa Matricaria recutita Matthiola incana Gypsophila elegans Petroselinum crispum Beta vulgaris Raphanus sativus Tanacetum parthenium [¶] Consolida ambigua	Mayo-agosto	Cucurbita pepo Spinacia oleracea
14	7	Marzo-abril	Allium cepa	Mayo-agosto	Phaseolus vulgaris
12	6	Marzo-mayo	Matricaria recutita Iberis amara	Junio-agosto	Celosia cristata
7	5	Marzo-mayo	Iberis amara Tanacetum parthenium [¶]	Junio-agosto	Phaseolus vulgaris Zea mays
15	4	Marzo-mayo	Allium cepa Spinacia oleracea	Junio-agosto	Matricaria recutita Celosia cristata Raphanus sativus
8	4	Marzo-abril	Coriandrum sativum	Mayo-agosto	Phaseolus vulgaris Zea mays
3	3	Marzo-junio	Matricaria recutita Coriandrum sativum Matthiola incana	Julio-agosto	Zea mays Beta vulgaris

[†] Nivel de clasificación donde TWINSpan dividió las observaciones mensuales del huerto (huerto/mes) en dos periodos (Figura 1).

[‡] Se definió como importante aquel cultivo que presentara, para el periodo considerado, pseudoespecies preferenciales de nivel 3 y 4 con una frecuencia relativa igual a o mayor que 50%.

[§] *C. morifolium* se refiere a un cultivar conocido localmente como clisaria.

[¶] Bola de hilo, cultivar ornamental.

[¶] Altamiz, cultivar medicinal.

^{††} Crisantemos blancos y morados (*C. morifolium*) y amarillos (*C. coronarium*).

con dos cultivos y el de condimentos, medicinales y ceremoniales sólo aporta uno. *Celosia cristata*, del grupo ornamental destaca por su frecuencia (47%) como especie importante en los huertos de la muestra. Esta especie se cultiva por su vistosa flor, que tiene gran

that the spring crop cycle is determined by the commercially important dates of Holy Week and those corresponding to the May festivities.

According to the data of the Table 3, it can be observed that the crops that are important in

demanda comercial durante las celebraciones de Todos los Santos y de los Fieles Difuntos (1 y 2 de noviembre). En segundo lugar de frecuencia (27%) está *Phaseolus vulgaris*, un cultivo propio del verano en su modalidad de verdura (ejote) y de grano. En tercer lugar (20%) se ubica *Zea mays*, el cual, al igual que el anterior es un cultivo estival que se vende como elote o se consume como grano seco. Con menores valores de frecuencia repiten varios cultivos que figuraron en el ciclo anterior: *Allium cepa*, *Raphanus sativus*, *Spinacia oleracea*, *Matricaria recutita*, *Coriandrum sativum* y *Beta vulgaris* (grupo *cicla*). Esto último apunta hacia una tendencia a equilibrar la oferta de las especies que tienen una demanda mercantil más o menos constante y que carecen de restricciones estacionales para su cultivo. Es decir, los hortelanos que cultivaron de manera importante estas especies durante la primavera no lo hacen durante el verano; sin embargo, quienes no las consideraron importantes en la primavera parecen darles cierta cabida en el verano.

Las plantas que definen una y otra época son *Matthiola incana* (primavera) y *Celosia cristata* (verano), pues fueron las más frecuentes en su período respectivo y no aparecieron como importantes en el período opuesto. La mezcla de plantas preferenciales que definen claramente un período con otras que son ubicuas, sugiere una tendencia entre los huertos de la comunidad a mantener una oferta equilibrada de los productos que tienen una demanda constante y, además, a producir abundantemente cultivos de fuerte demanda comercial en fechas específicas. El programa TWINSPAN distinguió claramente dos temporadas, y ubicó en colindancia (vecindad implica semejanza) huertos con períodos diferentes (p.e.: huerto 11 marzo-mayo y huerto 4 junio-agosto) (Figura 1, Cuadro 1).

Los resultados obtenidos permiten distinguir patrones de cultivo con base en la presencia, ausencia y cobertura de las especies cultivadas en el huerto. Similarmente, Levy y Aguirre (2005) encontraron, usando TWINSPAN, cinco patrones de uso del suelo entre los campesinos lacandones que manejan el sistema agrícola de roza tumba quema. Aunque aún son escasos los ejemplos de utilización de esta técnica en comunidades vegetales cultivadas, los resultados indican que puede ser una herramienta útil en el análisis de sistemas agrícolas complejos.

CONCLUSIONES

El análisis de clasificación distingue un conjunto de huertos (conjunto 2) con preferencia por perennes y a dos subconjuntos (1.1 y 1.2). El primero representa huertos que tienden a cultivar especies de ciclo corto, en tanto que el segundo representa un patrón general

characterizing the summer crop pattern are reduced to eleven due to a greater spatial occupation of each of them. Furthermore, the proportion changes toward edible plants (eight crops). The ornamental group contributes with two crops, and that of spices, medicinal plants and ornamental species only includes one. *Celosia cristata*, of the ornamental group, is outstanding in its frequency (47%) as an important species in the gardens of the sample. This species is grown for its attractive flower, which has great commercial demand during the celebrations of All Saints and Day of the Dead (November 1 and 2). In second place of frequency (27%) is *Phaseolus vulgaris*, a summer crop in its modality of vegetable (string bean) and grain. In third place (20%) is *Zea mays*, which, as with the previous species, is an estival crop which is sold as corn on the cob or consumed as dry grain. With lower frequency values, various crops are repeated that appeared in the previous cycle: *Allium cepa*, *Raphanus sativus*, *Spinacia oleracea*, *Matricaria recutita*, *Coriandrum sativum* and *Beta vulgaris* (*cicla* group). The latter indicates a tendency to balance the offer of the species that have a more or less constant commercial demand and that do not have seasonal restrictions for their cultivation. That is, the growers that cultivate an important amount of these species during spring do not do so during the summer; however, those that did not consider them important in the spring seem to give them some consideration in the summer.

The plants that define one period from another are *Matthiola incana* (spring) and *Celosia cristata* (summer), as they were the most frequent during their respective period and did not seem to be important in the other period. The mixture of preferential plants that clearly define a period with others that are ubiquitous, suggests a tendency among the community gardens to maintain a balanced offer of the products that have constant demand, and also, to produce in abundance crops with a heavy commercial demand for a specific date. The TWINSPAN program clearly distinguished two seasons, and placed adjacently (proximity implies similarity) gardens with different periods (i.e. garden 11 March-May and garden 4 June-August) (Figure 1, Table 1).

The results obtained make it possible to distinguish crop patterns based on the presence, absence and coverage of the species grown in the garden. Similarly, Levy and Aguirre (2005) found, using TWINSPAN, five patterns of land use among the lacandon indians who manage the slash and burn agricultural system. Although the examples of the use of this technique are still scarce in cultivated plant communities, the results indicate that it can be a useful tool in the analysis of complex agricultural systems.

de estabilidad que se conforma por especies de tipo bienal o perenne, por herbáceas cultivadas en las más amplias extensiones y por varias ornamentales comerciales de importancia.

El análisis de algunas características asociadas con los huertos de ambos subconjuntos reveló que los hortelanos que prefieren herbáceas de ciclo corto cultivan menores superficies, tienen un promedio de edad más bajo y manejan una menor riqueza de especies que aquellos que prefieren las herbáceas bienales y perennes.

Se identificó la existencia de dos períodos de cultivo (primavera y verano), diferenciados principalmente por cambios en especies ornamentales cultivadas. Sin embargo, de manera paralela parece existir, entre los huertos, un proceso de estabilización o de ajustes temporales compensatorios en la oferta de hortalizas de demanda constante.

Los resultados obtenidos permiten reconocer en el TWINSPAN una técnica multivariable adecuada para el análisis de sistemas agrícolas de alta complejidad.

LITERATURA CITADA

- Basford, D., A. Eleftheriou, and D. Raffaelli. 1990. The infauna and epifauna of the northern North Sea. *Netherlands J. Sea Res.* 25 (1/2): 165-173.
- Fortanelli M., J., B. Figueroa S., y F. V. González C. 1996. Clasificación integral de sistemas de cultivo minifundistas irrigados. *Agrociencia* 30(1): 1-12.
- Fortanelli M., J., F. Carlin C., y J. G. Loza L. 1999. Sistemas agrícolas de regadío de origen tlaxcalteca en San Luis Potosí. *In: Constructores de la Nación. La Migración Tlaxcalteca en el Norte de la Nueva España.* M. I. Monroy de M. (comp). El Colegio de San Luis; Gobierno del Estado de Tlaxcala. México. pp: 105-133.
- Fortanelli M., J., y J. R. Aguirre R. 2000. Pequeños Regadíos en el Altiplano Potosino. Editorial Universitaria Potosina. San Luis Potosí, México. 206 p.
- García, E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4a. edición. Editado por la Autora. México. 220 p.
- Hill, M. O. 1979. TWINSPAN. Cornell University. New York. USA. 60 p.
- INEGI. 2001. Tabulados básicos. San Luis Potosí. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México. Tomo I. 606 p.
- Leszczyńska B., H., M. T. Borys, and C. L. Sosa C. 1996. Ethnobotanical study of ornamental plants in one rural zone of the Sierra Norte de Puebla. *Revista Chapingo* 2(2): 153-159.
- Levy T., S. I., and J. R. Aguirre R. 2005. Successional pathways derived from different vegetation use patterns by lacandon mayan indians. *J. Sustainable Agric.* 26(1): 49-82.

CONCLUSIONS

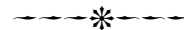
The classification analysis distinguishes a group of gardens (group 2) with preference for perennials and two subgroups (1.1 and 1.2). The first represents gardens that tend to grow short cycle species, whereas the second represents a general pattern of stability comprised of biennial or perennial type species, herbaceous species cultivated in the largest areas and various commercial ornamental plants of importance.

The analysis of some characteristics associated with the gardens of both subgroups revealed that the growers that prefer the short cycle herbaceous species cultivate smaller surfaces, have a lower average age and manage a lower richness of species than those who prefer the biennial and perennial herbaceous species.

The existence of two growing periods was identified (spring and summer), differentiated mainly by changes in the ornamental species cultivated. However, in a parallel form, there appears to exist among the gardens a process of stabilization or compensatory temporal adjustments in the offer of vegetables of constant demand.

The results obtained make it possible to recognize in TWINSPAN a multivariate technique that is adequate for the analysis of highly complex agricultural systems.

—End of the English version—



- McCune, B., and M. J. Mefford. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, version 4. MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon, USA. 237 p.
- Mueller-Dombois, D., and H. Elleberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology.* J. Wiley & Sons. New York. USA. 547 p.
- Reyes-Aguero, J. A., J. R. Aguirre R., y J. L. Flores F. 2005. Variación morfológica de *Opuntia* (Cactaceae) en relación con su domesticación en la Altiplanicie Meridional de México. *Interciencia* 30 (8): 476-484.
- Rico G., V., J. G. García F., A. Chemas, A. Puch and P. Sima. 1990. Species composition, similarity, and structure of mayan home gardens in Tixpehual and Tixcacaltuyub, Yucatan, Mexico. *Econ. Bot.* 44(4): 470-487.
- Velázquez, P. F. 1982. Historia de San Luis Potosí. Archivo Histórico del Estado. Academia de Historia Potosina. San Luis Potosí, S.L.P. México. 2160 p.
- Zhang, J-T. 2000. Quantitative regionalization of soil and water conservation in Shanxi Plateau, north China. *In: Soil Erosion and Dryland Farming.* Lafen, J. M., J. Tian, and C-H. Huang (eds). CRC Press. Boca Raton, Florida. USA. pp: 491-498.

Apéndice 1. Nombres científicos y comunes de las especies citadas en el texto.
Appendix 1. Scientific and common names of the species mentioned in the text.

Nombre científico	Nombre común
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache
<i>Agave</i> spp.	Magüey
<i>Allium cepa</i> L.	Cebolla, cebollín
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Ajenjo
<i>Beta vulgaris</i> L. Grupo <i>cicla</i>	Acelga
<i>Borago officinalis</i> L.	Borraja
<i>Brassica oleracea</i> L. Grupo <i>capitata</i>	Col, repollo
<i>Calendula officinalis</i> L.	Mercadera
<i>Carya illinoensis</i> (Wang.) K. Koch.	Nogal, nogal liso
<i>Celosia cristata</i> L.	Mano de león
<i>Consolida ambigua</i> (L.) P.W. Ball & Heyw.	Espuela
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Cilantro
<i>Cucurbita pepo</i> L.	Calabacita
<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Membrillo
<i>Chrysanthemum maximum</i> Ramond.	Margaritón
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Crisantemo amarillo
<i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat.	Clisaria, crisantemo blanco
<i>Dianthus caryophyllus</i> L.	Clavel
<i>Euphorbia lathyris</i> L.	Palo en cruz
<i>Ficus carica</i> L.	Higuera
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Hinojo
<i>Gladiolus gandavensis</i> Van Houtte	Gladiolo
<i>Gypsophila elegans</i> Bieb.	Nube
<i>Helichrysum bracteatum</i> (Vent.) Andr.	Inmortal
<i>Iberis amara</i> L.	Chaquira
<i>Juglans regia</i> L.	Nogal de Castilla
<i>Matricaria recutita</i> L.	Manzanilla
<i>Matthiola incana</i> (L.) R. Br.	Alhelí
<i>Medicago sativa</i> L.	Alfalfa
<i>Mentha spicata</i> L.	Hierbabuena
<i>Opuntia</i> spp.	Nopal
<i>Origanum majorana</i> L.	Mejorana
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate
<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Nym. ex A. W. Hill	Perejil
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Frijol, frijol ejotero
<i>Populus alba</i> L.	Álamo blanco
<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C. Johnst.	Mezquite
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch.	Durazno, prisco
<i>Raphanus sativus</i> L.	Rábano
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Romero
<i>Ruta chalepensis</i> L.	Ruda
<i>Salix chilensis</i>	Sauce
<i>Schinus molle</i> L.	Pirul
<i>Sechium edule</i> Sw.	Chayote
<i>Spinacia oleracea</i> L.	Espinaca
<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Bernh	Altamiz, bola de hilo
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Tomillo
<i>Zea mays</i> L.	Maiz elotero