

MANEJO Y SÍNDROMES DE DOMESTICACIÓN DEL CAPULÍN (*Prunus serotina* Ehrh ssp. *capuli* (Cav.) Mc Vaugh) EN COMUNIDADES DEL ESTADO DE TLAXCALA

MANAGEMENT AND DOMESTICATION SYNDROMES OF CAPULIN (*Prunus serotina* Ehrh ssp. *capuli* (Cav.) Mc Vaugh) IN COMMUNITIES OF THE STATE OF TLAXCALA

Aidé **Avendaño-Gómez**^{1*}, Rafael **Lira-Saade**², Beatriz **Madrigal-Calle**³, Edmundo **García-Moya**³,
Marcos **Soto-Hernández**³, Alfonso **Romo de Vivar-Romo**⁴

¹Departamento de Salud Intercultural, Universidad Intercultural del Estado de México. 50640. Libramiento Francisco Villa s/n, San Felipe del Progreso, Estado de México. (aaide3@hotmail.com). ²Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztacala. 54090. Avenida de los Barrios s/n, Fraccionamiento Los Reyes, Tlaxpantla, Estado de México. ³Botánica, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México, ⁴Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito exterior, Ciudad Universitaria, D. F., México.

RESUMEN

Existen alrededor de 5000 a 7000 especies de plantas en México en estados evolutivos tempranos e intermedios hasta llegar a los domesticados y un ejemplo es el capulín (*Prunus serotina* Ehrh ssp. *capuli* (Cav.) Mc Vaugh) clasificado como domesticado, pero sin estudios sobre los mecanismos de selección e intervención que lo llevaron a este grado de manejo. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue describir aspectos etnobotánicos relacionados con el uso, reconocimiento de la variación y el manejo, para evaluar el efecto de estos procesos sobre el capulín. Este estudio se realizó en cuatro comunidades del estado de Tlaxcala, México, donde está documentado el uso de capulín para el consumo de la semilla. La información de campo se obtuvo a través de entrevistas abiertas, cerradas y observación participativa en 1998, 1999 y 2006-2007; además se midió la variación en 32 caracteres morfológicos, de peso y contenido de glucósidos cianogénicos en la semilla. Los datos se analizaron mediante ANDEVA, componentes principales y funciones discriminantes. Los resultados muestran: 1) los usos del capulín son principalmente el consumo de la semilla y la integración del frutal en los sistemas agrícolas como los “metepantles”, huertos familiares y parcelas de temporal; 2) aspectos culturales asociados al reconocimiento de la variación en la semilla, árbol y el fruto, así como la descripción de las diversas formas de manejo como el cultivo, el fomento

ABSTRACT

There are 5000 to 7000 species of plants in Mexico that are domesticated or in some previous stage of evolution. One example is the “capulín” *Prunus serotina* Ehrh ssp. *capuli* (Cav.) Mc Vaugh (wild black cherry, mountain black cherry or rum cherry). The capulín has been classified as domesticated, but there are no studies on the mechanisms of selection and intervention that have led to this degree of management. The objective of this study was to describe ethnobotanical aspects related to use, recognition of variation and management to evaluate the effect of these processes on this black cherry. The study was conducted in four communities of the state of Tlaxcala, Mexico, where consumption of capulín seed is documented. Field information was obtained through open and closed interviews and participative observation in 1998, 1999 and 2006-2007. Besides, variation in 32 morphological traits, seed weight and cyanogenic glycoside contents in the seed were measured. The data were analyzed with an ANOVA, principal components analysis and discriminant functions. The results show 1) the uses of the capulín are mainly consumption of the seed and the integration of the fruit tree in agricultural systems such as “metepantles”, home gardens and rainfed plots; 2) associated cultural aspects of recognition of seed, tree and fruit variation, as well as the description of the different forms of management and promotion or toleration; 3) a likely domestication process via seed, observed in the significant differences in the characteristics of this structure and in the diverse forms of management: cultivation, promotion and tolerance. The cultivated individuals have larger round seeds with a thicker endocarp,

*Autor responsable ❖ Author for correspondence.

Recibido: abril, 2014. Aprobado: febrero, 2015.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 49: 189-204. 2015.

y la tolerancia; 3) un probable proceso de domesticación vía semilla observado a través de diferencias significativas en las características de esta estructura y en las diversas formas de manejo. Los individuos cultivados tienen semillas redondas de tamaño mayor, con un endocarpio de mayor grosor que facilita la extracción del embrión comestible y una disminución no significativa de los glucósidos cianogénicos. Finalmente, el proceso de domesticación se pudo observar por la importancia y la organización entre comunidades para el aprovechamiento del capulín en la región.

Palabras clave: Capulín, semilla, agroecosistemas, manejo, domesticación y etnobotánica.

INTRODUCCIÓN

La riqueza biológica de México, su diversidad cultural y la larga historia de asentamientos en el territorio permitieron el desarrollo de un vasto conocimiento sobre el uso, manejo y procesos de domesticación de alrededor de 5000 a 7000 especies de plantas útiles en el país (Caballero y Cortés, 2001).

Varios estudios etnobotánicos en México describen formas generales de manejo a través de las cuales se ha influido en los procesos evolutivos en plantas silvestres, arvenses y domesticadas. Estas formas de manejo involucran técnicas de intervención de poblaciones de plantas *ex situ* e *in situ* catalogadas como recolección, tolerancia, fomento o inducción y cultivo, hasta llegar a la domesticación (Casas *et al.*, 2007). Este último manejo implica el máximo grado de relación entre los humanos y las plantas, y es un proceso guiado por la selección artificial que determina la adaptación a los agrohábitats creados por los humanos (Hernández-Xolocotzi, 1993), y genera cambios morfológicos, químicos, fisiológicos, ambientales y genéticos entre las poblaciones manejadas y sus parientes silvestres (Casas *et al.*, 2007).

El estudio de las formas de manejo y de domesticación da información valiosa para analizar como operan los mecanismos de evolución en las plantas manejadas por los humanos y para comprender como ocurrieron en el pasado (Casas *et al.*, 2007). Según Parra *et al.* (2008), hay alrededor de 2000 especies de plantas en México en estados tempranos o intermedios de domesticación, los cuales son un cúmulo de recursos potenciales para ser estudiados

which facilitates the extraction of the edible embryo and a non-significant decrease in cyanogenic glycosides. Finally, the process of domestication was evidenced in its importance for the communities and their organization for exploitation of capulín in that region.

Key words: Wild black cherry, seed, agroecosystems, management, domestication, ethnobotany.

INTRODUCTION

Mexico's biological wealth, its cultural diversity and its long history of human settlement has allowed the development of vast knowledge of use, management and domestication processes of around 5000 to 7000 species of useful plants (Caballero and Cortés, 2001).

Several ethnobotanical studies in Mexico describe general forms of management that have influenced evolutionary processes in wild, weedy and domesticated plants. These forms of management involve techniques of *ex situ* and *in situ* intervention in wild plant populations catalogued as gathering, tolerance, promotion or induction and cultivation, arriving finally at domestication (Casas *et al.*, 2007). Domestication implies the highest degree of relationship between humans and plants; it is a process guided by artificial selection that determines their adaptation to agrohabitats created by humans (Hernández-Xolocotzi, 1993) and generates morphological, chemical, physiological, environmental and genetic changes in the populations, relative to their wild relatives (Casas *et al.*, 2007).

The study of management and domestication can provide valuable information for the analysis of how the mechanisms of evolution operate in plants managed by humans and how they occurred in the past (Casas *et al.*, 2007). According to Parra *et al.* (2008), there are around 2000 plant species in Mexico in their early or intermediate stages of domestication. They constitute a reserve of potential resources to be studied and used (Lira *et al.*, 2009). One example is the wild black cherry, or "capulín" (*Prunus serotina* Ehrh ssp. *capuli* (Cav.) McVaugh), which was classified by Hernández-Xolocotzi (1993) as domesticated. There are, however, few studies on its morphological variation (Fresnedo-Ramírez *et al.*, 2011) or on the selection and intervention that would

y aprovechados (Lira *et al.*, 2009). Un ejemplo es el capulín (*Prunus serotina* Ehrh ssp. *capuli* (Cav.) McVaugh), clasificado por Hernández-Xolocotzi (1993) como domesticado, con pocos estudios sobre su variación morfológica (Fresnedo-Ramírez *et al.*, 2011) o de la selección e intervención, que indiquen como se realizó este proceso evolutivo. Del capulín se aprovecha su madera, hojas, semillas y fruto cuyo tamaño es variable (Losoya, 1982); además, forma parte de los sistemas agrícolas en la región central de México desde la época prehispánica, sobre todo en Tlaxcala (Altieri y Trujillo, 1987). Está en diferentes agroecosistemas como los huertos familiares (espacios ubicados en el patio o alrededor de las viviendas), las terrazas (sitios con inclinación en los cuales se construyen muros de tierra y se siembran especies vegetales siguiendo las curvas de nivel, para evitar la erosión y conservar la humedad), parcelas de temporal y los “metepantles” (metl=aguey; pantli=pared; en nahuatl), que son sistemas para evitar la erosión y delimitar los terrenos de cultivo con plantas de agavey (Altieri y Trujillo, 1987; Adriano-Morán y Mclung, 2008).

Según McVaugh (1951) y Rzedowski y Calderón de Rzedowski (2005) hay tres subespecies de *Prunus serotina*: *P. serotina* Ehrh ssp. *capuli* (Cav.) McVaugh, *P. serotina* ssp. *serotina* (Ehrh.) McVaugh, y *P. serotina* ssp. *virens* (Wooton *et Stand*), que coexisten en varios estados de México. Fresnedo-Ramírez *et al.* (2011) señalan la complejidad para diferenciar a las subespecies mexicanas, conforme a su variación morfológica y a su distribución porque partiendo de estos aspectos, sólo se distinguen dos grandes grupos. El primero formado por los individuos de *P. serotina* ssp. *capuli* y *P. serotina* ssp. *serotina* de los estados de Tlaxcala, Querétaro y México; el segundo grupo incluye individuos de *P. serotina* ssp. *serotina* y la subespecie *P. serotina* ssp. *virens* en Michoacán.

En el estado de Tlaxcala se localizan de forma simpátrica las subespecies *serotina* y *capuli* y este último, de acuerdo con McVaugh (1951), es la forma cultivada del primero y se diferencia de la forma silvestre (la ssp. *serotina*) por las características del racimo, el fruto, las hojas y por su localización, porque se encuentra en agrohabitats creados por las poblaciones humanas (Altieri y Trujillo, 1987), mientras que la forma silvestre predomina en las zonas boscosas.

indicate how its evolutionary process occurred. The wood, leaves, seeds and fruit of the capulín are all used, but seed and fruit size vary (Losoya, 1982). The tree has formed part of the farming systems of central Mexico since pre-Hispanic times, especially in Tlaxcala (Altieri and Trujillo, 1987). It can be found in different agroecosystems such as family gardens (spaces located in the patio or around the house), in terraces (sites located on slopes on which earthen walls are constructed and plant species are planted following the contour to prevent erosion and conserve moisture), rainfed plots and “metepantles” (metl=aguey; pantli=wall; in Nahuatl), which are systems used to prevent soil erosion and delimit farm plots with agave plants (Altieri and Trujillo, 1987; Adriano-Morán and Mclung, 2008).

According to McVaugh (1951) and Rzedowski and Calderón de Rzedowski (2005), there are three sub-species of *Prunus serotina*: *P. serotina* Ehrh ssp. *capuli* (Cav.) McVaugh, *P. serotina* ssp. *serotina* (Ehrh.) McVaugh, and *P. serotina* ssp. *virens* (Wooton *et Stand*), which coexist in several states of Mexico. Fresnedo-Ramírez *et al.* (2011) highlight the complexity of differentiating Mexican sub-species by morphological variation and distribution because, based on these aspects, only two large groups are distinguished. The first comprises individuals of the species *P. serotina* ssp. *capuli* and *P. serotina* ssp. *serotina* from the states of Tlaxcala, Querétaro and México; the second includes individuals of the species *P. serotina* ssp. *serotina* and of the sub-species *P. serotina* ssp. *virens* from Michoacán.

In the state of Tlaxcala are located sympatrically the sub-species *serotina* and *capuli*, the latter, according to McVaugh (1951), is the cultivated form of the former. It is differentiated from the wild form (ssp. *serotina*) by the characteristics of the raceme, fruit, leaves and location, because it grows in agrohabitats created by human populations (Altieri and Trujillo, 1987), whereas the wild form predominates in forested areas.

A fundamental part of the study of the evolution and domestication of the capulín is to understand the natural or artificial selection processes that gave way to morphological forms of present day populations. This information is not available, and thus we decided to study the uses, management, variation and selection processes practiced by human populations on the species in four communities of

Una parte fundamental del estudio sobre la evolución y domesticación del capulín es comprender los procesos de selección natural o artificial que dieron lugar a las formas morfológicas de las poblaciones actuales. Esta información no está disponible, por lo cual se decidió estudiar las formas de uso, manejo, variación y procesos de selección que ejercen las poblaciones humanas sobre la especie en cuatro comunidades de Tlaxcala, donde el aprovechamiento de la semilla y su uso en los agroecosistemas está documentado (Altieri y Trujillo, 1987; Williams y Hernández-Xolocotzi, 1996).

El objetivo del presente estudio fue encontrar evidencia etnobotánica, morfológica y fitoquímica que se asocie a un proceso de domesticación del capulín en Tlaxcala. Si el capulín se utiliza ampliamente en la región, la hipótesis es que los individuos con mayor grado de manejo presentan cambios morfológicos y químicos en las características preferidas por las personas, como el aumento en el tamaño de la estructura de interés y una disminución de compuestos tóxicos en la semilla, así como aspectos sociales que reflejen la importancia socio-cultural del capulín en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio se realizó durante 1997, 1999 y 2006, 2007 en cuatro comunidades de Tlaxcala: Ixtenco (Otomí), Cuapiaxtla, Altxayanca (Nahua) y Huamantla (mestiza y nahua), donde fue documentado el consumo, comercio de la semilla del capulín y la presencia de la especie en los sistemas agrícolas (Altieri y Trujillo, 1987).

Obtención de información etnobotánica

La información etnobotánica se obtuvo a través de entrevistas abiertas, estructuradas y por observación participativa, siguiendo los métodos descritos por Martín (1997). Durante 1998, 1999 y 2006-2007, la zona de estudio fue visitada periódicamente. Para obtener la información general del capulín se hicieron 30 entrevistas abiertas preliminares, con base en los resultados y un formato para un estudio similar (González-Soberanis y Casas, 2004). Luego se elaboró un cuestionario con preguntas más específicas del conocimiento tradicional del capulín: partes útiles, usos, fenología, variación, manejo y distribución en la zona de estudio y, además, información sobre

Tlaxcala, where use of the seed and the plant's use in agroecosystems have been documented (Altieri and Trujillo, 1987; Williams and Hernández-Xolocotzi, 1996).

The objective of this study was to find ethnobotanical, morphological and phytochemical evidence associated to a process of domestication of the capulín in Tlaxcala. If the cherry is widely used in the region, we hypothesized that individuals with a higher degree of management will exhibit morphological and chemical changes in the characteristics that are preferred by humans, such as an increase in the size of the structure of interest and a decrease in toxic compounds in the seed, as well as social aspects that reflect the socio-cultural importance of the wild black cherry in the region.

MATERIALS AND METHODS

Study area

This study was conducted in 1997, 1999 and 2006-2007 in four communities of Tlaxcala: Ixtenco (Otomí), Cuapiaxtla (Nahua), Altxayanca (Nahua) and Huamantla (mestizo and Nahua). In these communities, consumption and commercialization of the cherry seed and the presence of the species in the agricultural systems (Altieri and Trujillo, 1987) were documented.

Ethnobotanical information

Ethnobotanical information was obtained through open and structured interviews and by participative observation, following the methods described by Martín (1997). Throughout 1998, 1999 and 2006-2007 the study region was visited periodically. To obtain general information on the capulín, 30 preliminary open interviews were conducted based on the results and formats of a similar study (González-Soberanis and Casas, 2004). A questionnaire was then constructed with more specific questions about traditional knowledge of the capulín: its useful parts, uses, phenology, variation, management and distribution in the study region, as well as information on recognition and classification of variations and commercialization of the cherry. The informers were selected using the snowball sampling method (Martín, 1997) and by direct contact with persons with some relation to capulín use. With this second questionnaire, 30 growers, 18 merchants and 12 consumers were interviewed. Finally, the participative observation method was used with six key informers to corroborate the information obtained in the interviews.

el reconocimiento y clasificación de la variación del capulín y su comercialización. Los informantes fueron seleccionados usando el método de muestreo bola de nieve (Martin, 1997) y por contacto directo con las personas relacionadas con el uso del capulín. Con este segundo cuestionario se entrevistaron 30 productores, 18 comerciantes y 12 consumidores. Al final se usó el método de observación participativa con seis informantes clave para corroborar la información obtenida en las entrevistas.

Método de muestreo

La variación morfológica y los posibles efectos de la selección artificial fueron evaluados en poblaciones de capulín de las cuales se recolecta el fruto para la extracción y preparación de la semilla; se obtuvieron muestras de hoja, flor, fruto y semilla. En 40 individuos se midieron 200 frutos y en su mayoría se despulparon para conservar en buen estado las características químicas de las semillas, porque son las de mayor uso en la zona de estudio. Para el fruto faltan datos, por lo cual no se incluyó en los análisis estadísticos.

En las muestras de hoja y de flor se midieron 22 caracteres morfológicos y dos de ellos son cualitativos (presencia/ausencia de pubescencia y forma elíptica o lanceolada de la hoja) (Cuadro 1). En la semilla se midieron 10 caracteres morfológicos (uno cualitativo: textura de la semilla=lisa o rugosa) (Cuadro 2). Estos 32 caracteres morfológicos se midieron sólo en 40 individuos y después, al observar la variación en la semilla, se recolectaron otras 36 muestras de semillas en las cuales se midieron los 10 caracteres ya señalados (Cuadro 2). En total se midieron 2180 semillas de 76 individuos. Las muestras fueron etiquetadas según su origen (Ixtenco, Altayanca y Cuapiaxtla) y la forma de manejo fue determinada con los criterios propuestos por Casas *et al.* (2007) (Cuadro 3). Además se recolectaron ejemplares de referencia y se depositaron en el Herbario Hortorio del Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México.

Análisis químico de las semillas

Las semillas son las estructuras seleccionadas en la zona de estudio, y su sabor y toxicidad están relacionados con el contenido de glucósidos cianogénicos. El contenido de estos compuestos se midió en 2180 semillas con el método de Lucas y Sotelo (1984) para observar si la selección artificial disminuyó estos compuestos. El fruto se come en la región, pero su uso es secundario en algunas comunidades de Tlaxcala, según Williams y Hernandez-Xolocotzi (1996), por lo cual no se estudió en profundidad.

Sampling method

Morphological variation and possible effects of artificial selection were assessed in wild black cherry populations from which the fruit is gathered for extraction and preparation of the seed. Samples of leaf, flower, fruit and seed were obtained. In 40 individuals, 200 fruits were measured; most were de-pulped to preserve seed chemical characteristics in good order since the seed is the most used part in this study region. Fruit data were incomplete and, therefore, were not included in the statistical analysis.

In the leaf and flower samples, 22 morphological traits were measured; two of these are qualitative (presence/absence of pubescence and elliptical or spear-shape of the leaf) (Table 1). In the seed 10 morphological traits were measured (one qualitative: smooth or rough seed texture) (Table 2). These 32 morphological traits were measured in only 40 individuals. Then, when seed variation was observed, 36 more seed samples were collected and the same 10 traits mentioned above were measured (Table 2). A total of 2180 seeds from 76 individuals were measured. The samples were labeled by origin (Ixtenco, Altayanca and Cuapiaxtla), and management was determined following the criteria provided by Casas *et al.* (2007) (Table 3). Reference specimens were also collected and deposited in the Hortorio herbarium of the Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de Mexico.

Chemical analysis of seeds

The seeds are the structures selected in the study region. Both its flavor and its toxicity are related to cyanogenic glycoside content. The content of these compounds was measured in 2180 seeds with the method of Lucas and Sotelo (1984) to determine whether artificial selection decreased these compounds. The fruit is eaten in the region, but this use is secondary in some communities of Tlaxcala, according to Williams and Hernandez-Xolocotzi (1996), and for this reason it was not studied in depth.

Statistical analysis

To evaluate differences in morphology and HCN content in seeds of individuals with three management forms (Table 3), an ANOVA and a Tukey test ($p \leq 0.05$) were performed in SYSTAT 7.0 (Alexiades, 1996; SYSTAT, 1997). In addition, the patterns of variation among individuals and management practices were analyzed with a Principal Components Analysis (PCA) and with a discriminant function analysis (DFA), to determine whether the variation recognized and classified by the informants constituted clearly differentiable morphotypes.

Cuadro 1. Medias y desviación estándar de las variables morfológicas medidas en hoja y flor en individuos de *Prunus serotina* Ehrh ssp. *capuli* (Cav) McVaugh., con tres formas de manejo.
Table 1. Means and standard deviation of the morphological variables measured in leaves and flowers of *Prunus serotina* Ehrh ssp. *capuli* (Cav) McVaugh., under three forms of management.

Variable †	Forma de manejo		
	Cultivado [‡]	Fomentado [§]	Tolerado [‡]
Longitud de hoja (cm) [□]	10.18 ± 1.71 a	8.11 ± 1.42 b	8.49 ± 1.12 bc
Ancho de hoja (cm) [□]	3.17 ± 0.65 a	2.77 ± 0.47 bc	2.55 ± 0.43 b
Número de dientes de la hoja	5.30 ± 0.84	6.17 ± 1.06	5.89 ± 1.39
Longitud del peciolo (cm) [□]	1.81 ± 0.29 ab	1.60 ± 0.31 bc	1.48 ± 0.10 c
Longitud del racimo (cm)	9.66 ± 2.36	9.58 ± 1.91	10.77 ± 2.5
Relación largo/ancho (cm) [□]	3.23 ± 0.37 ac	2.98 ± 0.29 b	3.32 ± 0.40 ac
Longitud hoja de la inflorescencia (cm)	4.46 ± 0.71	4.10 ± 0.84	4.14 ± 0.99
Ancho de la hoja de la inflorescencia (cm)	1.36 ± 0.34	1.39 ± 0.30	1.20 ± 0.24
Relación largo/ancho hoja inflorescencia (cm) ^{††}	3.35 ± 0.54 ac	2.70 ± 0.45 b	3.17 ± 0.49 ac
Longitud del peciolo hoja de la inflorescencia (cm)	0.99 ± 0.15	1.07 ± 0.17	0.91 ± 0.22
Número de dientes en la hoja de la inflorescencia	6.64 ± 1.14	7.89 ± 1.79	6.80 ± 1.04
Número de flores en la inflorescencia	30.67 ± 3.48	29.07 ± 3.48	28.44 ± 3.05
Longitud del pedúnculo de la flor (cm) [□]	0.24 ± 0.05 a	0.35 ± 0.09 bc	0.24 ± 0.14 ac
Longitud del pedúnculo en el fruto (cm)	0.47 ± 0.14	0.49 ± 0.09	0.52 ± 0.22
Longitud de los filamentos (mm)	0.22 ± 0.04	0.22 ± 0.03	0.23 ± 0.04
Longitud de los pétalos (cm)	0.27 ± 0.03	0.32 ± 0.04	0.31 ± 0.04
Longitud de los estambres (mm)	0.12 ± 0.02	0.13 ± 0.01	0.13 ± 0.01
Longitud de las anteras (mm)	0.09 ± 0.01	0.09 ± 0.10	0.09 ± 0.11
Longitud del cáliz (cm) ^{††}	0.28 ± 0.05 a	0.34 ± 0.03 b	0.31 ± 0.04 bc
Longitud del estigma (mm)	0.08 ± 0.01	0.09 ± 0.06	0.08 ± 0.01

†N: 100 para cada variable, ‡N Individuos: 20, §N individuos: 10, ¶N individuos: 10, □ p≤0.05 significativo, †† p≤0.001 altamente significativo. Medias con distinta letra en un renglón son estadísticamente diferentes (ANDEVA de una vía) ❖ †N: 100 for each variable, ‡N Individuals: 20, §N individuals: 10, ¶N individuals: 10, □ p≤0.05 significant, †† p≤0.001 highly significant. Means with different letters in a row are statistically different (one-way ANOVA).

Cuadro 2. Medias y desviación estándar de las variables morfológicas, peso y análisis químico en semillas de individuos de *Prunus serotina* Ehrh ssp. *capuli* (Cav) McVaug., con tres formas de manejo.
Table 2. Means and standard deviation of the morphological variables, seed weight, and chemical analysis of seeds from *Prunus serotina* Ehrh ssp. *capuli* (Cav) McVaug., under three levels of management.

Variable	Forma de manejo		
	Cultivado [†]	Fomentado [‡]	Tolerado [§]
1 Longitud de la semilla (cm) [‡]	0.94 ± 0.08 a	0.89 ± 0.07 b	0.86 ± 0.10 bc
2 Diámetro de la semilla (cm)	0.78 ± 0.13	0.75 ± 0.07	0.72 ± 0.09
3 Longitud del embrión (cm) [‡]	0.63 ± 0.08 a	0.58 ± 0.03 bc	0.57 ± 0.03 bc
4 Diámetro del embrión (cm) [□]	0.50 ± 0.06 a	0.45 ± 0.04 bc	0.45 ± 0.05 bc
5 Grosor del endocarpio (mm) [□]	0.14 ± 0.04 a	1.1 ± 0.00 bc	0.09 ± 0.00 bc
6 Peso de la semilla (mg) [‡]	293.60 ± 93.52 ab	247.16 ± 58.42 ab	216.17 ± 50.69 bc
7 Peso del endocarpio (mg) [□]	213.74 ± 75.69 ab	174.32 ± 47.14 ab	135.26 ± 48.04 bc
8 Peso del embrión (mg) [‡]	78.93 ± 25.99 a	71.4 ± 13.54 b	63.72 ± 19.99 bc
9 Contenido de HCN en semilla ^{††}	193.37 ± 93.42	232.05 ± 50.41	253.733 ± 54.36

†N Individuos: 24, N semillas: 720, ‡N individuos: 22, N semillas: 660, §N individuos: 30, N semillas: 800, ¶ p≤0.05 significativo, □ p≤0.001 altamente significativo, †† mg HCN/100 g de muestra. Medias con distinta letra en un renglón son estadísticamente diferentes (ANDEVA de una vía) ❖ †N Individuals: 24, N seeds: 720, ‡N individuals: 22, N seeds: 660, §N individuals: 30, N seeds: 800, ¶ p≤0.05 significant, □ p≤0.001 highly significant, †† mg HCN/100 g sample. Means with different letters in a row are statistically different (one-way ANOVA).

Cuadro 3. Formas de manejo en los individuos del capulín en tres comunidades del estado de Tlaxcala.
Table 3. Management forms of capulín individuals in three communities of the state of Tlaxcala.

Forma de manejo/ Comunidad	Ixtenco	Cuapiaxtla	Altazayanca
Cultivado	35 %	0 %	47 %
Fomentado	40 %	0 %	28 %
Tolerado	25 %	100 %	25 %

Análisis estadístico

Para evaluar diferencias morfológicas y el contenido de HCN en las semillas de los individuos con tres formas de manejo (Cuadro 3), se realizó un ANDEVA y una prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) usando SYSTAT 7.0 (Alexiades, 1996; SYSTAT, 1997). Además, los patrones de variación entre los individuos y las formas de manejo fueron analizados mediante un análisis de Componentes Principales (ACP) y por el análisis de funciones discriminantes (AFD), para determinar si la variación reconocida y clasificada por los informantes constituía morfotipos claramente diferenciables.

Para lo anterior se construyeron dos matrices básicas de datos: una con 32 caracteres morfológicos (hoja, flor y semilla) en 40 individuos u OTUS (Unidades Taxonómicas Operativas) (Cuadro 1), para dar prioridad al análisis morfológico y químico de la estructura más importante en la zona de estudio se elaboró otra matriz con 10 caracteres (sólo semilla $N=2180$) en 76 OTUS (Cuadro 2). El ACP se hizo con NTSYS versión 2.02 (Rohlf, 1997), y para el AFD se usó SYSTAT 7.0 (SYSTAT, 1997). En el primer análisis se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre individuos y caracteres (Sneath y Sokal, 1973).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los agroecosistemas donde se localizan los árboles de capulín en la región fueron registrados, así como las formas de uso que señalaron las estructuras de mayor interés y el manejo en el cual se favorece aquellos individuos con los caracteres preferidos.

Los árboles estudiados se encontraron dentro de los “metepantles”, en las parcelas de temporal y en los huertos familiares. Dentro de estos sistemas este frutal es aprovechado para el consumo de su semilla, como parte del agroecosistema (barrera rompevientos y captación de nutrientes), como planta medicinal (uso de la hoja y el fruto para el tratamiento de enfermedades respiratorias y nerviosas) y para elaborar productos con sus frutos, y se observó que el manejo de la especie depende de la forma de uso (Cuadro 3).

For these analyses, two basic matrixes of data were constructed: one with 32 morphological traits (leaf, flower and seed) in 40 individuals, or OTUs (Operational Taxonomic Units); in order to give priority to the morphological and chemical analysis of the most important structure in the study area, another matrix was worked out with 10 characters (seed only $N=2180$) in 76 OTUs (Table 2). The PCA was done with NTSYS version 2.02 (Rohlf, 1997), and DFA was done in SYSTAT 7.0 (SYSTAT, 1997). In the first analysis, the Pearson coefficient of correlation between individuals and traits was calculated (Sneath and Sokal, 1973).

RESULTS AND DISCUSSION

The agroecosystems where the capulín trees are located in the region were registered together with their uses, specifying the structures of most interest and the management in which individuals with the preferred traits are favored.

The studied trees were found in “metepantles”, rainfed farm plots and home gardens. As part of these systems, the tree is exploited for its seed, also, as part of the agroecosystem (windbreak and nutrient capture), as a medicinal plant (use of leaf and fruit for treatment of respiratory and nervous disorders) and for manufacture of products with the fruits. It was observed that management of the species depends on how it is used (Table 3).

Capulín management practices in the study region

In these systems, the black cherry is cultivated and managed *in situ* through tolerance and promotion (Table 3). Cultivated individuals grow from selected seeds and are pruned and irrigated, while the promoted individuals are not planted. However, those that have the characteristics preferred by the population are left standing and are also pruned and irrigated. Finally, the tolerated individuals originate from those left standing without any type of selection or management. According to Casas *et al.* (2007), artificial selection in these management practices

Formas de manejo del capulín en la zona de estudio

En estos sistemas el capulín es cultivado y manejado *in situ* a través de la tolerancia y el fomento (Cuadro 3). Los individuos cultivados provienen de semillas seleccionados, se les poda y riega, mientras que los individuos fomentados no son sembrados pero se dejan en pie los que presentan las características preferidas por la población, y son podados y regados. Finalmente, los individuos tolerados provienen de los que se dejan en pie sin selección ni manejo. De acuerdo con Casas *et al.* (2007), la selección artificial en estas forma de manejo puede ocurrir a través de la eliminación selectiva de los fenotipos indeseables, el fomento y conservación de los fenotipos deseables, cambiando la proporción de los fenotipos en las poblaciones manejadas. Esta forma de manejo de poblaciones silvestres es un fenómeno común observado en Mesoamérica (Pickersgill, 2007) y ha dado lugar a la diferenciación intraespecífica en diferentes especies.

De acuerdo con los otomíes de Ixtenco, conservar y sembrar árboles de capulín en los campos de cultivo es benéfico para el sistema agrícola. Esto fue confirmado por Altieri y Trujillo (1987) y por Martínez (1998), quienes encontraron que los árboles del capulín son elementos importantes dentro de los sistemas agrícolas tlaxcaltecas por ser una especie multipropósito con funciones de conservación del suelo, y adición de nutrimentos como nitrógeno, fósforo y calcio. Además se han propuesto sistemas basados en los agroecosistemas mencionados, como las terrazas de muro vivo que evitan la pérdida de suelos con pendiente (Uribe *et al.*, 2002).

Variación morfológica observada en el capulín

Aunque en la zona de estudio se encuentran dos subespecies del capulín, los caracteres morfológicos de los individuos recolectados en la zona de estudio corresponden a lo que McVaugh (1951) reconoció como *P. serotina* ssp. *capuli*. Así, en todos los casos las hojas son lanceoladas y casi o totalmente glabras, sus frutos son grandes y las flores están en racimos largos. Las mediciones del fruto fueron longitud promedio 1.74 ± 0.18 cm, diámetro promedio 1.54 ± 0.22 cm y longitud del racimo 9.88 ± 0.45 cm. Estos frutos se diferencian de la otra subespecie presente en la

can occur by selective elimination of undesirable phenotypes and promotion and conservation of desirable phenotypes, thus changing the proportion of phenotypes in managed populations. This form of managing wild populations is a phenomenon commonly observed in Central America (Pickersgill, 2007) and has led to intra-specific differentiation of diverse species.

According to the Otomí people of Ixtenco, conserving and planting capulín trees in farm plots is beneficial for the agricultural system. This was confirmed by Alieri and Trujillo (1987) and by Martínez (1998), who found that the cherry trees are important elements in the Tlaxcalatec agricultural systems. They are a multi-purpose species that has functions of soil conservation and addition of nutrients such as nitrogen, phosphorus and calcium. Systems based on the agroecosystems mentioned have been proposed, for example, terraces with live embankments to prevent loss of soils with slopes (Uribe *et al.*, 2002).

Morphological variation observed in capulín

Although two sub-species of capulín are found in the study region, the morphological traits of the individuals collected correspond to what McVaugh (1951) recognized as *P. serotina* ssp. *capuli*. In all cases, the leaves are lanceolate and totally, or almost totally, glabrous, the fruits are large and the flowers occur in long racemes. Fruit measurements were average length 1.74 ± 0.18 cm, average diameter 1.54 ± 0.22 cm and raceme length 9.88 ± 0.45 cm. These fruits differ from another subspecies present in the region *P. serotina* ssp. *serotina*, whose fruit is shorter (1.25 cm) and racemes are smaller, 8 to 12 cm (McVaugh, 1951).

Regarding recognition of local variation, 90 % of the interviewees from Ixtenco acknowledge two types of seed: large, round, smooth and called “detendo” in the Otomí language, and the other smaller, pear-shaped and rough, called “dangundo”. Moreover, 88 % distinguish two tree forms: one with orthotropic branches and the other with plagiotropic branches (drooping), which they call “weeping” alluding to another tree species, the willow (*Salix* spp.).

In Altzayanca and Cuapixtla, 45 % of the interviewees recognize three fruit sizes with different flavors (large and sour, medium sized and sweet,

región, *P. serotina* ssp. *serotina*, cuyo fruto tiene una longitud menor (1.25 cm) y los racimos son más pequeños, de 8 a 12 cm McVaugh (1951).

Respecto al reconocimiento de la variación local, el 90 % de las personas entrevistadas de Ixtenco reconocen dos tipos de semillas: la grande, redonda, lisa y denominada “detendo”, en otomí, y la pequeña en forma de pera y rugosa “dangundo”. Además, 88 % de las personas diferencía dos formas de árbol: uno con ramas ortotrópicas y otro con ramas plagiotrópicas (ramas caídas) que denominan llorón haciendo alusión a otra especie arbórea, el sauce (*Salix* spp.).

En Alzayanca y Cuapiaxtla, 45 % de las personas reconoce tres tamaños del fruto y diferentes sabores (grande y ácido, mediano y dulce, y pequeño dulce), y estos se llaman “hielo capuli”, “renegrado” y “miel”. Esta clasificación comparte algunas características señaladas por Losoya (1982): en el México prehispánico los nahuas o aztecas diferenciaban al capulín por su tipo de fruto, “tlaloCapulín” (fruto pequeño) y “eloCapulín” (fruto grande).

En Cuapiaxtla y Alzayanca (comunidades con población descendiente de los nahuas), el fruto se consume fresco o preparado y, junto con las hojas, son los rasgos distintivos de las variedades, mientras que para Ixtenco, la semilla (tamaño, forma y textura) y la forma del árbol se usan para su reconocimiento. Aunque Hernández-Xolocotzi (1993) describió al capulín como especie domesticada, no explicó cual fue la estructura sobre la cual se ejerció el proceso de selección y, según Pickersgill (2007), es importante conocer dónde inicia el proceso de domesticación y hacia donde se dirige. La domesticación involucra una serie de etapas en las cuales a través de repetidos fases de selección humana se fijan ciertas características de interés y las partes involucradas se vuelven interdependientes. En el caso de las plantas perennes con ciclos de vida largos como los frutales, la domesticación requiere más tiempo y ha causado cambios en las especies como la autofertilización, hermafroditismo, eliminación de sabores desagradables o disminución de compuestos tóxicos y bajas cantidades de resina (Zeder *et al.*, 2006). En el capulín no se buscaron evidencias en los sistemas de reproducción, sino sólo cambios morfológicos en las estructuras más importantes y la reducción de los glucósidos cianogénicos (compuestos tóxicos) presentes en la semilla. Invariablemente, como menciona Zeder *et*

and small and sweet); these are called “hielo capuli”, “renegrado” and “miel”. This classification shares some characteristics with those reported by Losoya (1982): in pre-Colombian Mexico, the Nahuas, or Aztecs, differentiated the capulín by the type of fruit, “tlaloCapulín” (small fruit) and “eloCapulín” (large fruit).

In the communities Cuapiaxtla and Alzayanca (whose populations descend from the Nahuas), the fruit is eaten fresh or prepared. Together with the leaves, fruits constitute a distinctive feature of the varieties in these communities. In contrast, in Ixtenco, the seed (size, shape and texture) and the tree shape are used to recognize different varieties. Although Hernández-Xolocotzi (1993) described the capulín as a domesticated species, he did not explain which structure was the object of the selection process. According to Pickersgill (2007), it is important to determine where the domestication process initiates and where it is directed. Domestication involves a series of stages through which repeated human selection fixes certain characteristics of interest and the parts involved become interdependent. In the case of perennial plants that have long life cycles, such as fruit trees, domestication has required a longer time and has caused changes in the species such as self-fertilization, hermaphroditism, elimination of disagreeable flavors or decrease in toxic compounds and low quantities of resin (Zeder *et al.*, 2006). In the capulín, evidence was not sought in the reproduction system, but rather only morphological changes in the most important structure and the decrease in cyanogenic glycosides (toxic compounds) present in the seed. Invariably, as Zeder *et al.* (2006) mentions, domestication does not follow the same trajectory in all cases, but is molded by the particular characteristics of the species, the environment and the cultural contexts in which human societies develop.

Influence of selection processes on species variation in the study region

Domestication is a process guided by the needs and beliefs of each culture. Bibliographic references highlight the fruit of capulín as the most important structure. In the study region, the Otomi community of Ixtenco, as well as the others, give preference to the seed, although the fruit is

al. (2006), la domesticación no sigue una misma trayectoria en todos los casos, pero es moldeada por las propias características de la especie, el ambiente y los contextos culturales donde las sociedades humanas se desenvuelven.

Influencia de los procesos de selección sobre la variación de la especie en la zona de estudio

La domesticación es un proceso guiado por las necesidades y creencias de cada cultura, y las referencias bibliográficas señalan al fruto del capulín como la estructura de mayor importancia. En la zona de estudio, la comunidad otomí de Ixtenco y las otras dan preferencia a la semilla, aunque ocupen en menor grado el fruto en Cuapiaxtla y Altzayanca. La Figura 1 muestra el procesamiento de la semilla, con la recolección del fruto maduro, eliminación de la pulpa y preparación para su venta.

Estas preferencias causaron que los individuos con mayor grado de manejo, como los cultivados para el aprovechamiento de la semilla, presenten diferencias morfológicas que los diferencian de los individuos fomentados y tolerados. Los fomentados se ocupan tanto para el aprovechamiento de las semillas y dentro de los “metepantles” y, finalmente, los tolerados se ocupan principalmente como fuente de sombra en las parcelas de temporal.

El análisis de variación morfológica muestra diferencias estadísticamente significativas en 7 de los 20 caracteres cuantitativos de la hoja y flor (Cuadro 1) y en 8 de las 9 caracteres cuantitativos de la semilla (Cuadro 2), de acuerdo con su forma de manejo. Los árboles cultivados tienen hojas más grandes y anchas, con un peciolo largo, y pedúnculos de la flor más largos (Cuadro 1). Además la semilla y el embrión tienen mayor peso y tamaño, y el endocarpio es más grueso lo cual facilita la extracción del embrión (Cuadro 2). De los caracteres cualitativos, 93 % de las hojas de los individuos cultivados y fomentados son glabras y 78 % son lanceoladas, 82 % de sus semillas son lisas, y en 63 % de las toleradas la textura de la semilla es rugosa.

Los resultados del análisis químico de las semillas mostraron una disminución en el contenido de glucósidos cianogénicos, pero no fue estadísticamente significativa entre las tres formas de manejo. El contenido observado en las tres formas de manejo del capulín puede considerarse tóxico y peligroso,

consumido a un menor grado, como en Cuapiaxtla y Altzayanca. Figure 1 shows seed processing, which involves collection of the ripe fruit, elimination of the pulp and preparation for sale.

These preferences have caused individuals with higher degree of management, such as those cultivated for their seed, to exhibit morphological differences that distinguish them from the promoted and tolerated individuals. Promoted individuals are cared for for their seed as well as for use in the “metepantles”. Finally, tolerated individuals are mostly a source of shade in rainfed agricultural plots.

The analysis of morphological variation shows statistically significant differences in seven of the 20 quantitative leaf and flower traits (Table 1) and for eight of the nine quantitative seed traits (Table 2), according to the degree of management. The cultivated trees have larger broader leaves with long petioles, and flower peduncles are longer (Table 1). In addition, the seed and embryo are heavier and larger, and the endocarp is thicker, facilitating extraction of the embryo (Table 2). Of the qualitative traits, 93 % of the leaves of cultivated and promoted trees are glabrous and 78 % are lanceolate; 82 % of their seeds are smooth, and the seed texture of 63 % of the tolerated individuals is rough.

The results of the chemical analysis showed a decrease in the content of cyanogenic glycosides, but this effect was not statistically significant between the three management forms. The toxic content observed in capulín seeds under the three forms of management may be toxic and dangerous, according to the criteria established by Bruneton (2001). However, toasting the seeds denaturalizes the enzymes that release HCN of the cyanogenic glycosides (prunetin and amidalin). This postharvest handling of black cherry seeds is similar to that observed in other species, such as *Manihot esculenta* Crantz, whose cyanogenic glycosides are eliminated during preparation (Diamond, 2002). In addition, selection toward sweetness of the species with these compounds is a complex process. It is the result of polygenic inheritance, which makes selection and maintenance of the trait (sweet flavor) difficult (Diamond, 2002).

The above information is associated with some domestication syndromes that are the set of traits product of conscious and unconscious human selection (Pickersgill, 2007). The data presented

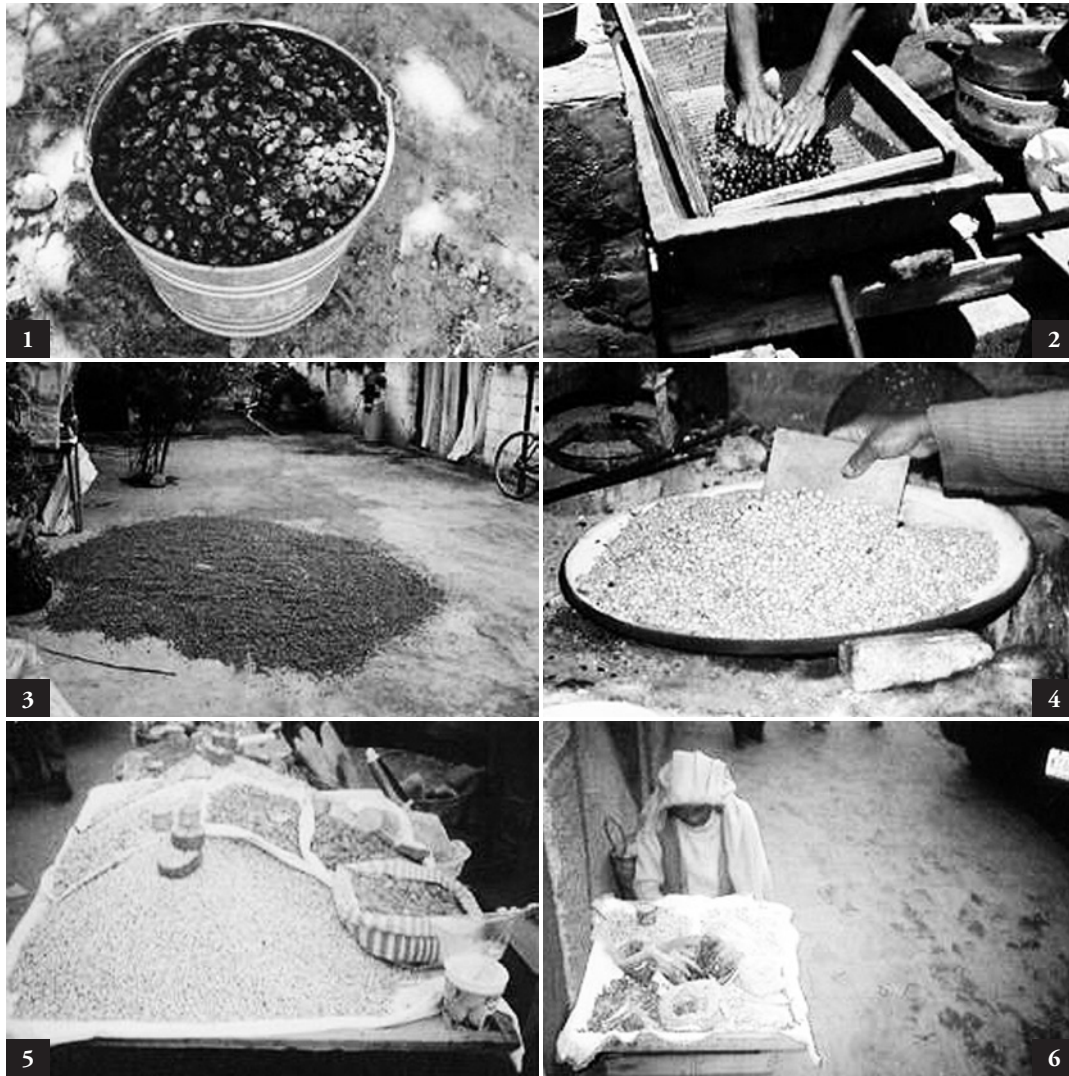


Figura 1. Procesamiento del capulín para venta. 1) Cosecha del fruto del capulín, 2) “lavado” o despulpado del fruto, 3) secado de la semilla, 4) salado y tostado de la semilla, 5) comercialización de la semilla, 6) mujer otomí vendiendo semilla de capulín y otras semillas en un lugar provisional.

Figure 1. Capulín seed processing for marketing. 1) Fruit harvest, 2) “washing” or removal of pulp from seed, 3) drying of seeds, 4) salting and toasting of seeds, 5) commercialization of seeds, 6) Otomí woman selling capulín and other seeds at a temporary stand.

conforme a los criterios establecidos por Bruneton (2001). Sin embargo, el proceso de tostado de las semillas desnatura las enzimas que liberan el HCN de los glucósidos cianogénicos (prunetina y amigdalina). Este manejo post cosecha del capulín es similar al observado en otras especies, como *Manihot esculenta* Crantz donde los glucósidos cianogénicos se eliminan durante su preparación (Diamond, 2002). Además, la selección hacia un sabor dulce de las especies con estos compuestos es un proceso complejo, porque es el resultado de herencia poligénica de estos

was corroborated by the PCA carried out with 40 individuals and 32 traits (Figure 2), revealing gradual (but not total) separation that concurred with forms of management (Table 4).

Moreover, the discriminant function analysis of 76 individuals and 10 seed traits (Figure 3) showed that individuals differentiate by form of management; the individuals are ordered from left to right according to the intensity of the management they receive. Those best differentiated are tolerated individuals (with the least intensive

caracteres, lo cual hace difícil la selección y mantenimiento del carácter (sabor dulce) (Diamond, 2002).

La información anterior se asocia con algunos de los síndromes de domesticación que son el conjunto de caracteres producto de la selección humana consciente e inconsciente (Pickersgill, 2007). Los datos citados fueron corroborados por el análisis de ACP con 40 individuos y 32 caracteres (Figura 2) donde los individuos se separan gradualmente (aunque no totalmente), de acuerdo con su forma de manejo (Cuadro 4).

Además, en el análisis de funciones discriminantes de 76 individuos y 10 caracteres de la semilla (Figura 3), los individuos se diferencian por su forma de manejo: de izquierda a derecha, están los individuos conforme a la intensidad del manejo que reciben. Los individuos mejor diferenciados son los tolerados (con menor intensidad del manejo), seguidos por los cultivados, y finalmente los fomentados (Figura 3).

El hecho de que no hubo diferencia total por grado de manejo se puede deber a que estos individuos no están aislados reproductivamente y hay intercambio de polen entre ellos. Así, se requiere manejo más intensivo para conservar aquellos individuos con los caracteres preferidos.

Aspectos sociales, culturales y económicos asociados al uso de la semilla del capulín

En el proceso de preparación para la venta de la semilla, hay una organización y cooperación entre las comunidades estudiadas. La división de trabajo entre los pobladores ocurre porque algunos de ellos

management), followed by cultivated, and finally, promoted individuals (Figure 3).

The fact that there was not total differentiation by degree of management may be because the individuals are not reproductively isolated and exchange of pollen occurs. Thus, more intensive management is required to conserve those individuals with preferred traits.

Social, cultural and economic aspects associated with the use of capulín seed

In the process of seed preparation for sale, organization and cooperation exist in the studied communities. Work distribution takes place because some of the people collect and remove (“wash”) the pulp from the fruit (Cuapiaxtla and Altayanca) and perform wholesale (the men), whereas at Ixtenco the main labor is preparing the seed for retail sale (women, children and elderly people).

Wholesale is carried out using 5 kg sacks at the city of Huamantla, obtaining average incomes of \$1000 to \$2000 a month depending on the number of sacks they can sell. Women, children and elderly of the community of Ixtenco sell the seed using traditional units of volume: one liter=750 g, a “cuartillo”=200 g, and a spoonful=15 g. Prices vary with the size and shape of the seeds (large, round, smooth seeds are preferred) and with the season of the year. Profits for retail sales are around \$2400 a month when demand is high.

To analyze the social and cultural importance of the cherry, aside from wooden archeological

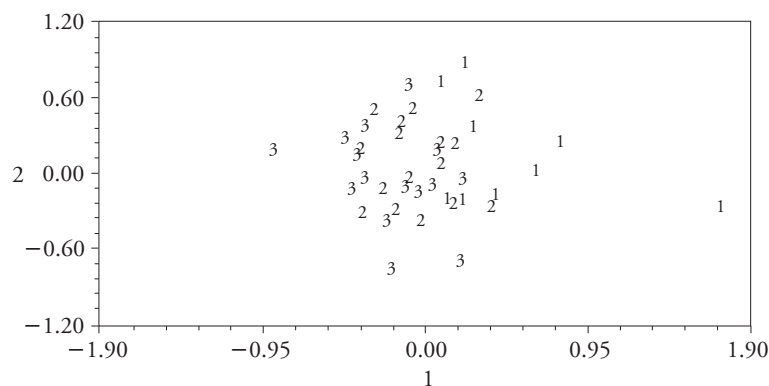


Figura 2. Análisis de componentes principales de 40 individuos y 32 caracteres. 1: Cultivado; 2: Fomentado; 3: Tolerado.

Figure 2. Principal components analysis of 40 individual trees and 32 traits. 1: Cultivated; 2: Promoted; 3: Tolerated.

Cuadro 4. Valores característicos de los ejes principales derivados del análisis de componentes principales (ACP) de 40 árboles individuales y 12 caracteres morfológicos.
Table 4. Characteristic values of the main axes derived from the principal components analysis (PCA) of 40 individual trees and 12 morphological traits.

	Varianza acumulativa %	Variable	Valores característicos
ACP1	58.25	1 Peso de la semilla	0.902
		2 Peso del endocarpio	0.802
		3 Longitud de la semilla	0.786
		4 Diámetro de la semilla	0.768
		5 Longitud del embrión	0.758
ACP2	72.19	1 Longitud hoja inflorescencia	0.775
		2 Longitud del peciolo inflorescencia	0.730
		3 Ancho de la hoja inflorescencia	0.705
		4 Longitud de las anteras	0.658
		5 Longitud pedúnculo del fruto	0.606
ACP3	80.23	1 Longitud pedúnculo del fruto	-0.628
		2 Longitud pedúnculo del pétalo	-0.589
		3 Longitud de los pétalos	-0.568
		4 Ancho de la hoja	0.533
		5 Longitud de la hoja	0.418
ACP3	80.23	1 Longitud pedúnculo del fruto	-0.628
		2 Longitud pedúnculo del pétalo	-0.589
		3 Longitud de los pétalos	-0.568
		4 Ancho de la hoja	0.533
		5 Longitud de la hoja	0.418

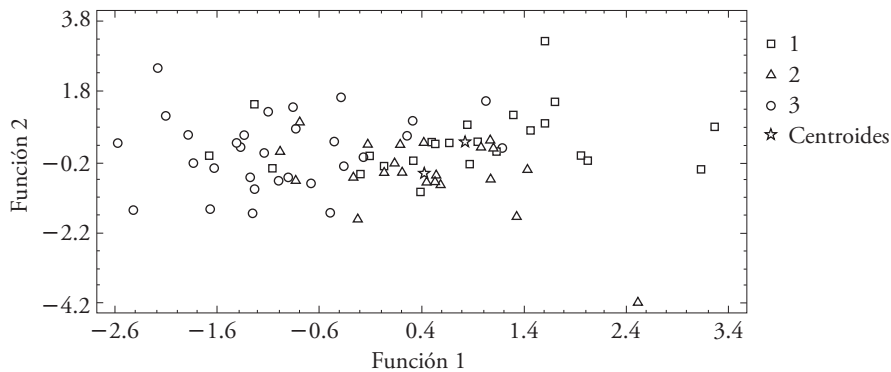


Figura 3. Análisis de funciones discriminantes de 2180 semillas en 76 individuos y 10 caracteres. 1: Cultivado; 2: Fomentado; 3: Tolerado.

Figure 3. Discriminant function analysis of 2180 seeds from 76 individual trees and 10 traits. 1: Cultivated; 2: Promoted; 3: Tolerated.

recolectan y despulpan (“lavan”) el fruto (Cuapiaxla y Altayanca) y venden al mayoreo (los varones), mientras que en Ixtenco se dedican principalmente a la preparación de las semillas y venta al menudeo (las mujeres, niños y ancianos).

El comercio al mayoreo se realiza en costales de 5 kg, en la ciudad de Huamantla obteniendo ganancias promedio de \$1000 a \$2000 pesos al mes, dependiendo del número de costales vendidos. La

remains found in Teotihuacán (Adriano-Morán and McClung, 2008), the writings of Sahagún (Losoya, 1983) and information provided by Martínez (1998), there is little evidence that points to organization or the selected structures of the species. In this study, at least three selection drivers were observed: the seed, the tree and the fruit. According to Zeder *et al.* (2006), a consequence of the domestication process is that there are socioeconomic changes

venta al menudeo la realizan las mujeres, niños y ancianos de la comunidad de Ixtenco en unidades tradicionales de volumen: el litro=750 g, el cuartillo 200 g y la cucharada 15 g. El precio varía de acuerdo con el tamaño y forma de la semilla (se prefiere la semilla grande, redonda y lisa) y la época del año. Las ganancias por la venta al menudeo son de unos \$2400 al mes en la época de mayor demanda.

Para analizar la importancia social y cultural del capulín, además de restos arqueológicos de madera encontrados en Teotihuacán (Adriano- Morán y McClung, 2008), los escritos de Sahagún (Lo-soya, 1982) y la información proporcionada por Martínez (1998), hay poca evidencia que señale la organización y las estructuras seleccionadas de la especie. En este estudio se observaron al menos tres móviles de selección: la semilla, el árbol y el fruto. De acuerdo con Zeder *et al.* (2006), un rasgo de los procesos de domesticación son los cambios en la organización socioeconómica de las poblaciones, en la cual las plantas domesticadas se integran a las sociedades humanas como objetos de pertenencia. Estos cambios incluyen la intencionalidad, la capacidad de alterar ciclos, el derecho a los territorios que contienen los recursos, la habilidad de transmitir el conocimiento sobre el uso y el manejo de los recursos a las siguientes generaciones, así como todos los conocimientos e insumos para asegurar la obtención de los productos importantes para los humanos. Como ejemplo, Casas *et al.* (2008) y González-Insuasti y Caballero (2007) señalan la intensidad en las prácticas de manejo en el aprovechamiento de los recursos, y de acuerdo con su interés y su valor, mayor será la intensidad y la organización para su aprovechamiento.

Lo observado en el presente estudio muestra que la selección artificial da lugar a que distingan diferentes variedades por la semilla y que las comunidades se organicen para su aprovechamiento. En Ixtenco se ha ejercido un proceso de selección hacia capulines con mejor semilla (grandes, lisas y que al morderse se abran fácilmente). A pesar de la importancia actual de la semilla para las comunidades de estudio no se puede concluir que ésta fue el móvil de selección para el proceso de domesticación del capulín, y sería interesante dar seguimiento a los móviles de selección en la forma de árbol y los tipos de frutos. Aunque la bibliografía registra mayor importancia del fruto, no se encontraron referencias

in the organization of communities in order to incorporate the domesticated plants. These changes include intentionality, ability to alter cycles, rights to the territories that contain the resources, skill to transmit knowledge of use and management to the following generations, as well as all of the knowledge and inputs to assure acquisition of products that are important for humans. For example, Casas *et al.* (2008) and González-Insuasti and Caballero (2007) point out that the intensity of management practices in the exploitation of resources, and according to their interest and value, will determine the intensity and organization for their use.

What was observed in this study shows that artificial selection gives way to different varieties distinguished by the seed and that the communities organize for their exploitation. In Ixtenco, the process of selection has aimed toward cherries with better seeds (large, smooth and easily opened by biting). In spite of the present day importance of the seed for the communities studied, it cannot be concluded that it has been the motive for selection in the process of domestication of the capulín. It would be interesting to follow-up on the selection drivers for tree shape and fruit types. Although the bibliography gives more importance to the fruit, no evidence of this was found. Comparing selection motives for capulín with other species, there was a pattern in this study similar to studies of Pochote *Ceiba aesculifolia* (H. B. & K.) Britten & Baker f. ssp. *parvifolia* (Rose) P. E. Gibbs & Semir in the Valley of Tehuacan (Avendaño *et al.*, 2006, 2009), where people recognize fruit differences related to the number of seeds, they organize to facilitate its harvest and favor determined morphotypes for cultivation.

The use and probable artificial selection process via seed may have occurred only in some groups of the central region of Mexico. To understand how domestication of the species operates, it would be important to take into account selection procedures in different cultures and use molecular methods to associate genetic characteristics with variation, selection and management of the species (Downey and Lezzoni, 2000). Moreover, further ethnobotanical studies can document different uses, management practices, and selection processes carried out by human groups in Mexico for the species such as those conducted on henequen (*Agave fourcroydes*

Al comparar el móvil de selección del capulín con otras especies se observó un patrón similar en este estudio del capulín en el Pochote *Ceiba aesculifolia* (H. B. & K.) Britten & Baker f. ssp. *parvifolia* (Rose) P. E. Gibbs & Semir en el Valle de Tehuacan (Avendaño *et al.*, 2006, 2009), donde las personas reconocen diferencias en el fruto relacionados con el número de semillas, se organizan para facilitar su recolección y favorecen la presencia de determinados morfotipos en los individuos cultivados.

El uso y un probable proceso de selección artificial vía semilla pueden haber ocurrido sólo en algunos grupos de la región central de México. Para entender como opera la domesticación en la especie sería importante considerar los procedimientos de selección en diferentes culturas y usar métodos moleculares para asociar las características genéticas con la variación, la selección y el manejo de la especie (Downey y Lezzoni, 2000). Además, otros estudios etnobotánicos pueden documentar diferentes usos, manejo y procesos de selección ejercidos por grupos humanos en México para la especie, como los realizados en el henequén (*Agave fourcroydes* Lem) (Colunga-García y May-Pat, 2007) o en las poblaciones de *Stenocereus* y *Leucaena esculenta* en el valle de Tehuacan-Cuicatlán (Casas *et al.*, 2006). Estos servirán para aclarar de donde parten y hacia donde se dirigen los procesos de domesticación de *P. serotina* subsp. *capuli*.

CONCLUSIONES

En el área de estudio el proceso de domesticación del capulín se advierte en el reconocimiento de la variación de la especie, la influencia de los procesos de selección en las formas y tamaños de la semilla en individuos con diferentes niveles de manejo, así como por la organización social documentada en torno al aprovechamiento de la especie, la cual muestra la integración, la pertenencia y su valor hacia las poblaciones humanas que utilizan el capulín en la región.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo otorgado por el M. en C. Bernardo Lucas Florentino de la Facultad de Química de la UNAM para el análisis de glucósidos cianogénicos de la semillas del capulín.

Lem) (Colunga-García and May-Pat, 2007) or on populations of *Stenocereus* and *Leucaena esculenta* in the Valley of Tehuacán-Cuicatlán (Casas *et al.*, 2006). These studies will serve to clarify where the domestication processes of *P. serotina* subsp. *capuli* began and in what direction they are headed.

CONCLUSIONS

In the study area, the domestication process of the capulín is evidenced in the recognition of variation in the species, the influence of the selection processes on shapes and sizes of the seed of individuals with different levels of management, as well as in the social organization centered on exploiting the species, exhibiting integration, relevance and value for the human populations in the region that exploit the wild black cherry.

—End of the English version—



LITERATURA CITADA

- Adriano-Morán, C., and E. Mclung de Tapia. 2008. Trees and shrubs the use of wood in Prehispanic Teotihuacán. *J. Archaeol. Sci.* 35: 2927-2936.
- Alexiades, M. 1996. Selected Guided for Ethnobotanical Research. New York Botanical Garden. 306 p.
- Altieri, V., and J. Trujillo. 1987. The agroecology of corn production in Tlaxcala, México. *J. Ecol.* 15: 189-220.
- Aradhya, M. K., C. F. Weeks., and C. J. Simon. 2004. Molecular characterization of variability and relationships among seven cultivated and selected wild species of *Prunus* L., using amplified fragment length polymorphism. *Sci. Hort.* 103: 131-144.
- Avendaño, A., A. Casas, A. Dávila, and R. Lira. 2006. Use forms, management and commercialization of "pochote" *Ceiba aesculifolia* (H. B. & K.) Britten & Baker f. ssp. *parvifolia* (Rose) P. E. Gibbs & Semir (Bombacaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *J. Arid Environ.* 67: 15-35.
- Avendaño, A., A. Casas, A. Dávila, and R. Lira. 2009. *In situ* management and patterns of morphological variation of *Ceiba aesculifolia* susp. *parvifolia* (Bombacaceae) in the Tehuacán-Cuicatlán Valley. *Econ. Bot.* 63: 138-151.
- Bruneton, J. 2001. Plantas Tóxicas, Vegetales Peligrosos para el Hombre y los Animales. Editorial Acribia, Zaragoza., España. 527 p.
- Caballero, J., y L. Cortés. 2001. Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. *In: Estudio sobre la Relación entre Seres Humanos y Plantas en los Albores del Siglo XXI.* Editorial Universidad Autónoma Metropolitana, México. pp: 79-100.

- Casas, A., J. Cruse, E. Morales, A. Otero-Arnaiz, and A. Valiente-Banuet. 2006. Maintenance of phenotypic and genotypic diversity of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) by indigenous peoples in Central Mexico. *Biodivers. Conserv.* 15: 879-898.
- Casas, A., A. Otero-Arnaiz, E. Pérez-Negrón, and A. Valiente-Banuet. 2007. *In situ* management and domestication of plants in Mesoamerica. *Ann. Bot. London.* 100: 1101-1115.
- Casas, A., S. Rangel-Landa, E. Torres-García, E. Pérez-Negrón, L. Solís, F. Parra, A. Delgado, J. Blancas J, B. Farfán, and A. I. Moreno. 2008. *In situ* management and conservation of plant resources. In: De Albuquerque, U. P., and M. Alves-Ramos (eds). *Current Topics in Ethnobotany. Research Signpost, Kerala, India.* pp: 1-25.
- Colunga-García, M., and F. May-Pat. 2007. Morphological variation of henequen (*Agave fourcroydes*, Agavaceae) germplasm and its wild ancestor (*A. angustifolia*) under uniform growth conditions: diversity and domestication. *Am. J. Bot.* 84: 1449-1465.
- Diamond, J. 2002. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature* 418: 700-707.
- Downey, S. L., and F. Lezzoni. 2000. Polymorphic DNA markers in black cherry (*Prunus serotina*) are identified using sequences from sweet cherry, peach, and sour cherry. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 125: 76-80.
- Fresnedo-Ramírez, J., S. Segura, and A. Muratalla-Lúa. 2011. Morphovariability of capulín (*Prunus serotina* Ehrh.) in the central-western region of Mexico from a plant genetic resources perspective. *Genet. Resour. Crop Evol.* 58: 481-495.
- González-Soberanis, C., and A. Casas. 2004. Traditional management and domestication of "Tempesquistle", *Sideroxylon palmeri* (Sapotaceae) in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Central Mexico. *J. Arid Environ.* 59: 245-258.
- González-Insuasti, M., and J. Caballero. 2007. Managing plant resources: How intensive can it be? *Hum. Ecol.* 35: 303-314.
- Hernández-Xolocotzi, E. 1993. Aspects of plant domestication: A personal view. In: Ramamoorthy, P., R. Bye, A. Lot, and J. Fa (eds). *Biological Diversity of Mexico, Origins and Distribution.* Oxford University Press, New York. 733 p.
- Lira, R., A. Casas, R. Rosas-López, M. Paredes-Flores, E. Pérez-Negrón, S. Rangel-Landa, L. Solís., I. Torres, and P. Dávila. 2009. Traditional knowledge and useful plants richness in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Econ. Bot.* 3: 271-287.
- Losoya, X. 1982. Capulín. In: Losoya, X. (ed). *Flora Medicinal de México serie Plantas Indígenas.* Instituto Mexicano del Seguro Social, México. D.F. pp: 80-93.
- Lucas, B., and A. Sotelo. 1984. A simplified test for the quantification of cyanogenic glucosides in wild and cultivated seeds. *Nutr. Rep. Int.* 29: 711-719.
- Martin, G., 1997. *Ethnobotany. People and Plants Conservations Manuals.* World Wide Foundation, Royal Botanical Garden Chapman and Hall, UK. 268 p.
- Martínez, S. T. 1998. *La Diáspora Tlaxcalteca, la Colonización Agrícola del Norte Mexicano.* Ediciones del Gobierno del Estado de Tlaxcala. Tlaxcala., México. 165 p.
- McVaugh, R. 1951. A revision of the North American black cherries (*Prunus serotina* Ehrh., and relatives). *Brittonia* 7: 279-315.
- Parra, F., N. Pérez-Nasser, R. Lira, D. Pérez-Salicrup, and A. Casas. 2008. Population genetics, and process of domestication of *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) in the Tehuacan Valley, Mexico. *J. Arid Environ.* 72: 1997-2010.
- Pickersgill, B. 2007. Domestication of plants in the Americas: Insights from Mendelian and molecular genetics. *Ann. Bot. London* 100: 925-940.
- Rzedowski, J., y G. Calderón de Rzedowski. 2005. *Prunus serotina* Ehrh. In: Rzedowski, J., y G. Calderón de Rzedowski (eds). *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes.* Instituto de Ecología A. C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro. 163 p.
- Rohlf, F. J. 1997. *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System (NTSYS) Version 2.0. Manual Applied Biostatistics Inc., USA.* 44 p.
- Sneath P., H. A., and R. Sokal. 1973. *Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classification.* Freeman, San Francisco, California. 359 p.
- SYSTAT, 1997. *Systat. Version 7.0.* SPSS Inc., Chicago, IL, USA. 43 p.
- Uribe G., S, N. N. Francisco, y A. Turrent. 2002. Pérdida de suelo y nutrientes en un Entisol con prácticas de conservación en Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Agrociencia* 36: 161-168.
- Williams, D., y E. Hernández-Xolocotzi. 1996. El auspicio de arvences en Tlaxcala, un estudio del proceso de domesticación en Marcha. *Agrociencia* 30: 215-222.
- Zeder, M. A. 2006. Central questions in the domestication of plants and animals. *Evol. Anthropol.* 15: 105-117.