

PRODUCCIÓN TRADICIONAL Y DIVERSIDAD DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) NATIVO: UN ESTUDIO DE CASO EN TEHUANTEPEC-JUCHITÁN, MÉXICO

TRADITIONAL PRODUCTION AND DIVERSITY OF NATIVE TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.): A STUDY CASE IN TEHUANTEPEC-JUCHITÁN, MÉXICO

Oliva Ríos-Osorio,¹ José L. Chávez-Servia,^{2*} José C. Carrillo-Rodríguez¹

¹Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Ex-Hacienda Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México, C.P. 71230. ²Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca, Hornos # 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. C.P. 71230.

RESUMEN

Para los agricultores de escasos recursos económicos, las variedades autóctonas adaptadas a micro-nichos particulares son el principal recurso disponible para mantener la producción y asegurar el sustento familiar. Este trabajo describe el sistema de producción tradicional y la comercialización en el mercado local del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) nativo en la región de Tehuantepec-Juchitán, Oaxaca, México. Se realizaron entrevistas a 45 productores de siete comunidades indígenas Zapotecas con cultivos de tomate. Los resultados muestran que la mayoría de los agricultores entrevistados tenían más de 50 años; que cultivan siete variantes de tomate y que más de 60 % de ellos no fertilizan. El análisis de correspondencia muestra que las variables de mayor valor descriptivo del sistema de producción fueron la superficie de siembra (0.1 a 0.5 ha), el morfotipo de tomate sembrado, la edad de los agricultores y la cantidad de semilla usada. Se determinaron cinco subsistemas de producción orientados a los mercados locales. En este caso de estudio, más de 80 % de la producción se destina a los mercados regionales, lo que promoverá la preservación *in situ* de los acervos genéticos locales de tomate.

Palabras clave: conservación *in situ*, indígenas zapotecos, variación fenotípica, variedades nativas.

INTRODUCCIÓN

En México, el tomate es una de las principales hortalizas de exportación que se cultiva principalmente en grandes extensiones de los estados del Noroeste y Occidente, con rendimientos

ABSTRACT

For farmers of scarce financial resources, native varieties adapted to specific micro-niches are the primary resource available to maintain production and guarantee family sustenance. This study describes the traditional production system and commercialization in the local market of native tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in the region of Tehuantepec-Juchitán, Oaxaca, México. Interviews were performed with 45 producers from seven Zapotec indigenous communities with tomato crops. Results show that most of the farmers interviewed were older than 50 years; that they cultivate seven varieties of tomato and that more than 60 % of them do not apply fertilizers. The correspondence analysis shows that the variables with highest descriptive value for the production system were the cultivation surface (0.1 to 0.5 ha), the morphotype of the tomato sown, the age of farmers, and the amount of seed used. Five production subsystems were determined, directed at the local markets. In this study case, more than 80 % of the production is destined to regional markets, which will promote the *in situ* preservation of the local tomato gene pool.

Key words: *in situ* conservation, Zapotec indigenous people, phenotypic variation, native varieties.

INTRODUCTION

In México, tomato is one of the principal export vegetables cultivated mainly on large extensions of the Northwestern and Western states, with average yields higher than 40 ton/ha. Annually more than 52 thousand hectares are planted and two million tons are produced (SIAP, 2010). In contrast, the greatest genetic diversity of the crop is not found in the states of highest tomato production

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: abril, 2013. Aprobado: diciembre, 2013.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 11: 35-51. 2014.

promedio superiores a las 40 ton/ha. Anualmente se siembran más de 52 mil hectáreas y se producen dos millones de toneladas (SIAP, 2010). Contradictoriamente, en los estados de mayor producción y exportación de tomate no se encuentra la mayor diversidad genética del cultivo, la que se concentra en el Centro y el Sureste (Chávez-Servia *et al.*, 2011).

Por otro lado, los agro-ecosistemas tradicionales han desempeñado un papel importante en la conservación *in situ* de la agro-biodiversidad en las parcelas de cultivo y los huertos caseros, la que es eficaz para sortear los efectos de los factores bióticos y abióticos sobre la producción; también es una estrategia campesina para satisfacer las necesidades de alimento para la familia y generar algunos excedentes para venta en el mercado local. En esos espacios de producción se preservan diversos acervos genéticos de la agro-diversidad nativa, combinaciones de la diversidad cultivada con la silvestre y, en ciertos casos, variedades comerciales que fueron liberadas varios años atrás (Altieri y Merrick, 1987; Altieri *et al.*, 1987; Bisth *et al.*, 2007; Calvet-Mir *et al.*, 2011).

La producción tradicional de alimentos para la familia se sustenta, en mayor proporción, en la preservación, aprovechamiento y explotación semi-comercial o de pequeña escala de los acervos genéticos que ahí se originaron o diversificaron (Thrupp, 2000). En estos sistemas las variedades nativas o autóctonas (*landraces*) están expuestas a diferentes presiones de selección natural y artificial, y generalmente están adaptadas a micro-nichos particulares. De ahí que un papel preponderante de las familias rurales es mantener o aumentar la diversidad local, incrementar sus niveles de producción y generar un entorno seguro en la producción de alimentos (Sthapit *et al.*, 2008; Magazine, 2009). Además, ahí se mantienen las múltiples maneras en que los agricultores explotan la diversidad biológica para producir y manejar los cultivos; suelo, agua, insectos y la utilización eficiente de los recursos naturales a su alcance y los recursos económicos que poseen (conocimiento local), a fin de satisfacer las necesidades básicas y maximizar los beneficios (Brookfield y Padoch, 1994; Brookfield y Stocking, 1999; Estrada-Castellanos *et al.*, 2011).

Diversos estudios indican que los agricultores participan activamente en la conservación *in situ* de las variedades locales. Por ejemplo, papa en Perú (Zimmerer, 1998), maíz y cucúrbitas en México (Louette *et al.*, 1997; Perales *et al.*, 2003; Montes-Hernández

and export, and it concentrates in the Center and Southeast (Chávez-Servia *et al.*, 2011).

On the other hand, traditional agro-ecosystems have played an important role in the *in situ* conservation of agro-biodiversity within the cultivation plots and home gardens, which is effective in avoiding the effects of biotic and abiotic factors on production; it is also a peasant strategy to satisfy the needs for food for the family and to generate some excess for its sale in the local market. In these production spaces, diverse gene pools from native agro-diversity are preserved, combinations of cultivated and wild diversity, and, in some cases, commercial varieties that were liberated several years in the past (Altieri and Merrick, 1987; Altieri *et al.*, 1987; Bisth *et al.*, 2007; Calvet-Mir *et al.*, 2011).

Traditional food production for the family is sustained, in greatest proportion, on the semi-commercial or small-scale conservation, use and exploitation of gene pools that originated or diversified there (Thrupp, 2000). In these systems native varieties or landraces are exposed to different pressures from natural and artificial selection, and they are generally adapted to specific micro-niches. Therefore, a prevailing role of rural families is to maintain or increase local diversity, increase their production levels and generate a safe environment in food production (Sthapit *et al.*, 2008; Magazine, 2009). In addition, the multiple ways in which farmers exploit biological diversity to produce and manage crops, soil, water, insects, are maintained in these places, as well as the efficient use of natural resources at their reach and the economic resources they possess (local knowledge), in order to satisfy their basic needs and maximize benefits (Brookfield and Padoch, 1994; Brookfield and Stocking, 1999; Estrada-Castellanos *et al.*, 2011).

Various studies indicate that farmers participate actively in the *in situ* conservation of local varieties. For example, potato in Peru (Zimmerer, 1998), maize and squash in México (Louette *et al.*, 1997; Perales *et al.*, 2003; Montes-Hernández *et al.*, 2005), tomato in Center and South America (Jenkins, 1948; Rick and Fobes, 1975), and a large number of alimentary species (Calvet-Mir *et al.*, 2011). However, it is necessary to document the functioning of traditional agro-systems and how agro-diversity responds to the external pressures from the market, climate changes and biotic pressures. There is evidence that farmers'

et al., 2005), tomate en Centro y Sudamérica (Jenkins, 1948; Rick y Fobes, 1975), y un gran número de especies alimenticias (Calvet-Mir *et al.*, 2011). No obstante, es necesario documentar el funcionamiento de los agro-sistemas tradicionales y cómo responde la agro-diversidad a las presiones externas del mercado, los cambios climáticos y las presiones bióticas. Existen evidencias de que las prácticas de los agricultores tienen efectos benéficos para hacer eficiente la producción agrícola, especialmente al amortiguar la variabilidad climática y la reducción del efecto causado por plagas, principalmente de los cultivos hortícolas (Tengö y Belfrage, 2004). Una práctica común es la utilización de variedades nativas en micro-nichos específicos donde las variedades modernas no prosperan (Tengö y Belfrage, 2004; Carravedo, 2006; Álvarez *et al.*, 2007; Estrada-Castellanos *et al.*, 2011).

Diversos conservacionistas, fito-mejoradores y promotores del desarrollo local postulan que la agrobiodiversidad es un recurso estratégico para el desarrollo de sistemas de producción sostenible y de las comunidades, especialmente en los territorios de origen y en la domesticación de las plantas comestibles (Lobo, 2008; Wale, 2008; Jackson *et al.*, 2010). No obstante, ese valor estratégico conferido depende del estudio de la variabilidad fenotípica-genética y de sus propiedades de utilidad antropogénica (Heywood, 2011). En este sentido, existen escasos ejemplos documentados que refuercen el principio de conservación basado en la utilización racional. Por ejemplo, la eficiencia productiva en los agro-sistemas tradicionales, ya sea a través de la incorporación de nuevas tecnologías o el manejo eficiente de los recursos naturales, depende de la capacidad del agricultor para innovar su sistema y de los recursos económicos disponibles, entre otros aspectos (Cih-Dzul *et al.*, 2011; Baltazar *et al.*, 2011). En otros casos, las oportunidades y limitaciones para la producción son determinadas por la demanda del mercado (Asgedom *et al.*, 2011). En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo describir el sistema tradicional de producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) nativo en las zonas bajas de Tehuantepec-Juchitán, Oaxaca, México y su relación con el mercado local, como parte de los esquemas comunitarios de búsqueda de ingresos para el hogar; todo con el fin de diseñar y proponer estrategias locales que ayuden a mejorar la productividad e ingreso de los pequeños productores y estimular la conservación *in situ* de los acervos genéticos nativos de tomate.

practices have beneficial effects to make agricultural production more efficient, particularly by buffering climate variability and reducing the effect caused by plagues, mainly on vegetable crops (Tengö and Belfrage, 2004). A common practice is the use of native varieties in specific micro-niches where modern varieties do not prosper (Tengö and Belfrage, 2004; Carravedo, 2006; Álvarez *et al.*, 2007; Estrada-Castellanos *et al.*, 2011).

Various conservationists, plant breeders and local development promoters propose that agro-biodiversity is a strategic resource for the development of sustainable production systems and of communities, especially in the territories where edible foods originate and are domesticated (Lobo, 2008; Wale, 2008; Jackson *et al.*, 2010). However, this strategic value conferred depends on the study of phenotypic-genetic variability and its properties for anthropogenic utility (Heywood, 2011). In this sense, there are scarce examples documented that reinforce the principle of conservation based on rational utilization. For example, the productive efficiency in traditional agro-systems, whether through the incorporation of new technologies or the efficient management of natural resources, depends on the capacity of the farmer to innovate his system and the economic resources available, among other aspects (Cih-Dzul *et al.*, 2011; Baltazar *et al.*, 2011). In other cases, the opportunities and limitations for production are determined by the demand from the market (Asgedom *et al.*, 2011). Within this context, this study had the objective of describing the traditional native tomato (*Solanum lycopersicum* L.) production system in the lower zones of Tehuantepec-Juchitán, Oaxaca, México, and its relationship with the local market, as part of community schemes for seeking income for the household, all with the goal of designing and proposing local strategies that could help to improve productivity and income of small producers, and to stimulate the *in situ* conservation of the native tomato gene pool.

MATERIALS AND METHODS

Study region

The study was performed at the low zones of Tehuantepec and Juchitán, in seven communities: Puente Madera, Rancho Llano, Santa Rosa de Lima,

MATERIALES Y MÉTODOS

Región de estudio

El estudio se realizó en las zonas bajas de Tehuantepec y Juchitán, en siete comunidades: Puente Madera, Rancho Llano, Santa Rosa de Lima, Monte de las Pitahayas del municipio de San Blas Atempa, cabecera municipal de Santa María Xadani, Santiago Laollaga y Guichixu de Díaz Ordaz del municipio de Santiago Laollaga de la región comprendida entre Tehuantepec y Juchitán, Oaxaca, México. Las comunidades se localizan entre las coordenadas 16°17' a 16°32' N y 95°01' a 95°25' O, con variaciones de altitud que van de 20 a 65 m. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en primavera y verano, con precipitaciones promedio de 950 mm. Las mayores precipitaciones se presentan en los meses de junio y julio, y los vientos mayores se presentan de norte a sur en verano y otoño (García, 1988). El suelo se clasifica como cambisol éutrico de textura franco-arenosa y arcillo-arenosa, y los agricultores tienen abastecimiento de agua de riego mediante ríos y arroyos durante todo el año (INEGI, 2011).

En la región objetivo habitan 35 mil personas del grupo indígena zapoteca. La población económicamente activa se desempeña principalmente en la agricultura, en una superficie de más de 27 mil hectáreas con cultivos cíclicos, como maíz (6 500 ha), ajonjolí (577 ha) y sorgo (360 ha), y destinan en promedio de 60 a 120 ha para el cultivo de tomate (SIAP, 2010).

Características de la entrevista

La ubicación de parcelas y agricultores se hizo mediante recorridos de campo con un enfoque etnográfico y de estudio de caso (Aguirre, 2004). En este trabajo sólo se entrevistó a agricultores o agricultoras que tenían parcelas de tomate en producción. Se realizaron 45 entrevistas mediante un cuestionario semi-estructurado. Las preguntas fueron orientadas a describir las características generales de los productores, el sistema de producción, el manejo del cultivo y los destinos de la producción. De diciembre de 2010 a marzo de 2011, las entrevistas se condujeron en la parcela u hogar del entrevistado(a).

Análisis estadístico

Con la información recopilada se hizo un análisis descriptivo del comportamiento de cada variable.

Monte de las Pitahayas in the municipality of San Blas Atempa, township of Santa María Xadani, Santiago Laollaga and Guichixu de Díaz Ordaz in the municipality of Santiago Laollaga from the region between Tehuantepec and Juchitán, Oaxaca, México. The communities are located between coordinates 16°17' to 16°32' N and 95°01' to 95°25' W, with altitude variations that range from 20 to 65 m. The climate is warm sub-humid with Spring and Summer rains, with average precipitation of 950 mm. The greatest precipitations take place in the months of June and July, and the strongest winds occur from North to South in the Summer and Fall (García, 1988). The soil is classified as eutric cambisol with loam-sandy and clay-sandy textures, and the farmers have irrigation water supply through rivers and streams throughout the year (INEGI, 2011).

In the target region there are 35 thousand people from the Zapotec indigenous group. The economically active population is occupied primarily in agriculture, on a surface of more than 27 thousand hectares with cyclic crops, such as maize (6 500 ha), sesame seed (577 ha) and sorghum (360 ha), and they destine an average of 60 to 120 ha for tomato cultivation (SIAP, 2010).

Characteristics of the interview

The location of the plots and farmers was done through field visits with an ethnographic and study case approach (Aguirre, 2004). In this study, only male and female farmers who had plots of land with tomato production were interviewed. Through a semi-structured questionnaire, 45 interviews were performed. The questions were directed at describing the general characteristics of producers, the production system, the crop management and the destination of production. From December 2010 to March 2011, the interviews were conducted at the plot or household of the interviewee.

Statistical analysis

With the information gathered, a descriptive analysis was done of the behavior of each variable. A Spearman range correlation analysis was also performed, to evaluate the relationships between codified answers in ordinal classes. In addition, a multiple correspondence analysis was done through

También se hizo un análisis de correlación de rangos de Spearman para evaluar las relaciones entre respuestas codificadas en clases ordinales. Complementariamente se hizo un análisis de correspondencia múltiple mediante una matriz simétrica de Burt en función de las preguntas y las respuestas, orientado a describir el sistema de producción y observar las variables de mayor valor descriptivo del sistema. Posteriormente, se hizo un análisis de conglomerados de agrupamiento jerárquico a partir de distancias euclidianas y el método de ligamiento promedio, con el objetivo de diferenciar subsistemas de producción. Todos los análisis se hicieron con los paquetes estadísticos SAS (2000) y SPSS (2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación con las características sociodemográficas de los agricultores entrevistados, los resultados mostraron que existió una distribución homogénea por rangos de edad, por décadas, desde menos de 20 hasta mayores de 70 años. Del total de entrevistados (n=45), se encontraron cinco mujeres productoras de tomate. En este caso, ellas también se desempeñan como vendedoras en los mercados locales (Cuadro 1).

En escolaridad predominaron los productores con seis, nueve y doce años de estudios de primaria, secundaria y preparatoria concluida. También es de señalar que 8.9 % no tuvo instrucción educativa formal y 2.2 % presentó estudios profesionales. Cabe destacar que la mayor proporción de agricultores tiene entre diez años o más de siembra continua de tomate en sus parcelas, y como no destinan todo el terreno que poseen al cultivo de tomate, realizan una rotación por secciones a lo largo o ancho (Cuadro 1). Al respecto, Montes-Hernández *et al.* (2005) señalan que el mantenimiento *in situ* de la diversidad de variedades locales en México la realizan los agricultores con más de 50 años de edad. En este trabajo se determinaron ciertas evidencias semejantes, como el hecho de que regionalmente las formas de fruto tipo riñón (achatados) y variantes de tomatillo son muy apreciadas, y generalmente, son cultivadas por los agricultores de mayor edad (Figura 1).

En los recorridos de campo y en las entrevistas a los productores se determinó que en la región son cultivadas una amplia diversidad de formas de frutos durante la producción de tomate. Todos los acervos genéticos son de *Solanum lycopersicum* L. y un tipo

a Burt symmetric matrix in function of the questions and answers, directed at describing the production system and observing the variables of highest descriptive value of the system. Later, a conglomerate analysis of hierarchical grouping was performed, stemming from Euclidian distances and the average binding method, with the objective of differentiating production subsystems. All the analyses were done with the statistical packages SAS (2000) and SPSS (2010).

RESULTS AND DISCUSSION

With regards to the socio-demographic characteristics of the farmers interviewed, the results showed that there was a homogeneous distribution per age range, by decades, from less than 20 to over 70 years. Out of all the interviewees (n=45), five women who produced tomato were found. In this case, they also functioned as sellers in the local markets (Table 1).

Cuadro 1. Características descriptivas socio-demográficas de los agricultores entrevistados (n=45) en la región de Tehuantepec-Juchitán, Oaxaca, México.

Table 1. Socio-demographic descriptive characteristics of farmers interviewed (n=45) in the Tehuantepec-Juchitán region, Oaxaca, México.

VARIABLES EVALUADAS	FRECUENCIA (% DEL TOTAL)
Edad de los productores	
< 20 años	3 (6.7)
20-30 años	5 (11.1)
31-40 años	7 (15.6)
41-50 años	5 (11.1)
51-60 años	9 (20.0)
> 60 años	16 (35.6)
Escolaridad	
No fue a la escuela (0 años de escolaridad formal)	4 (8.9)
Primaria (seis)	22 (48.9)
Secundaria (nueve)	9 (20.0)
Preparatoria (doce)	9 (20.0)
Licenciatura (diecisiete)	1 (2.2)
Años sembrando tomate	
< 10 años	20 (44.4)
10-20 años	15 (33.3)
21-30 años	9 (20.0)
> 40 años	1 (2.2)

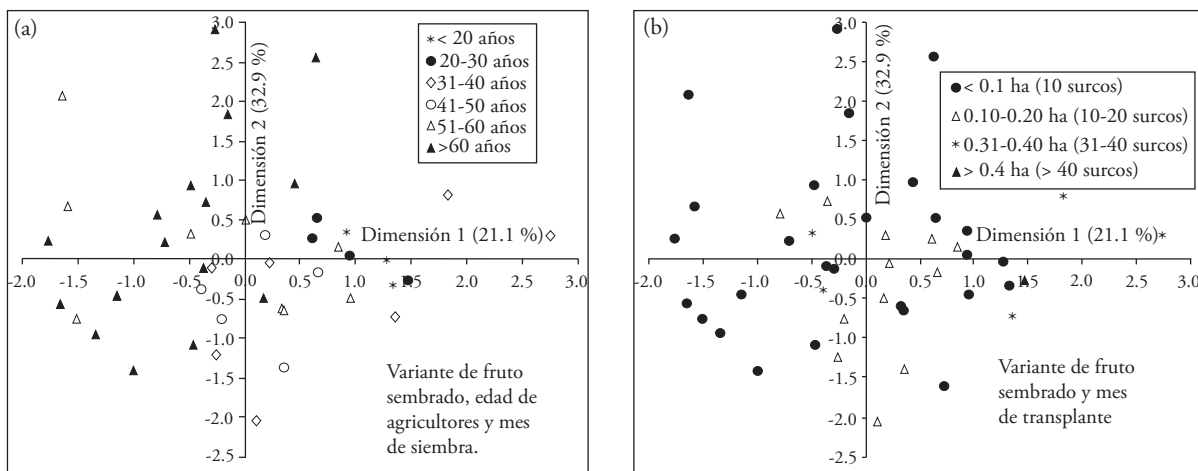


Figura 1. Dispersión de las respuestas de los agricultores por edad (a) y superficie sembrada (b), con base en el plano formado por las primeras dos dimensiones del análisis de correspondencia.

Figure 1. Dispersion of farmers' responses per age (a) and surface sown (b), based on the plane formed by the first two dimensions of the correspondence analysis.

que pertenece a la variedad botánica *cerasiforme*. Los tamaños de frutos producidos varían de 1.5 a 11.0 cm de diámetro y las formas van desde achatados irregulares, piriformes o redondeados, de acuerdo con la descripción de formas de fruto del IPGRI (1996) (Figura 2).

En la región predominó el tomate tipo riñón (22.3 %) de hasta 400 g por fruto, seguido de mandarina o perita (20 %), ciruelita (20 %), ojo de venado (15.6 %) y forma de fruto cereza, denominados localmente como “chusma” (11.1 %) o tomatillo de menos de 2 cm de diámetro. La mayoría de los productores (60 %) sólo cuentan con predios de uno a diez surcos; otros destinan de 11 a 20 surcos (26.7 %) de 100 m de longitud, mientras que otros utilizan hasta 50 surcos para ello (Figura 1 y Cuadro 2). En general se trata de parcelas de menos de 2400 m² de superficie. Por consiguiente, en estos micro-nichos de producción se preservan gran parte de los acervos genéticos de tomate en México, como se ha denotado en trabajos previos (Rodríguez *et al.*, 2009).

Los agricultores preservan o siguen sembrando esos tipos de tomates, la mayoría limitándose a sembrar de 1 a 20 surcos de 100 m de longitud porque tienen cierta facilidad de venta. Un productor podría obtener rendimientos superiores a 40 ton h⁻¹ si destinara todo su terreno para este cultivo; sin embargo, debido a que la venta es a nivel regional, esto provocaría una alta oferta y, por lo tanto, sobreabasto del producto. Excepcionalmente, en la ciudad de Oaxaca se vende el mayor centro de comercialización de productos que

In schooling, producers with six, nine and twelve years of primary, secondary and high school studies finished predominated. It should also be mentioned that 8.9 % did not have formal education and 2.2 % presented professional studies. It is worth highlighting that the highest proportion of farmers have been sowing tomato continually in their plots for ten or more years, and since they do not assign the whole cultivation plot they own to the tomato crop, they perform a rotation by sections length or width wise (Table 1). In this regard, Montes-Hernández *et al.* (2005) point out that maintaining the local variety diversity *in situ* in México is done by farmers who are older than 50 years old. In this study, some similar evidence was found, such as the fact that regionally, the kidney shape of the fruit (flattened) and the *tomatillo* varieties are well appreciated, and generally, they are cultivated by older farmers (Figure 1).

During the field visits and interviews with producers, it was determined that in the region a wide diversity of fruit shapes are cultivated during tomato production. The whole gene pool is from *Solanum lycopersicum* L. and one type belongs to the botanical variety, *cerasiforme*. The sizes of the fruits produced vary from 1.5 to 11.0 cm of diameter and the shapes range from irregular flattened, piriform or rounded, according to a description of fruit shapes by the IPGRI (1996) (Figure 2).

In the region the kidney type tomato predominated (22.3 %) of up to 400 g per fruit, followed by mandarine or small pear (20 %), small

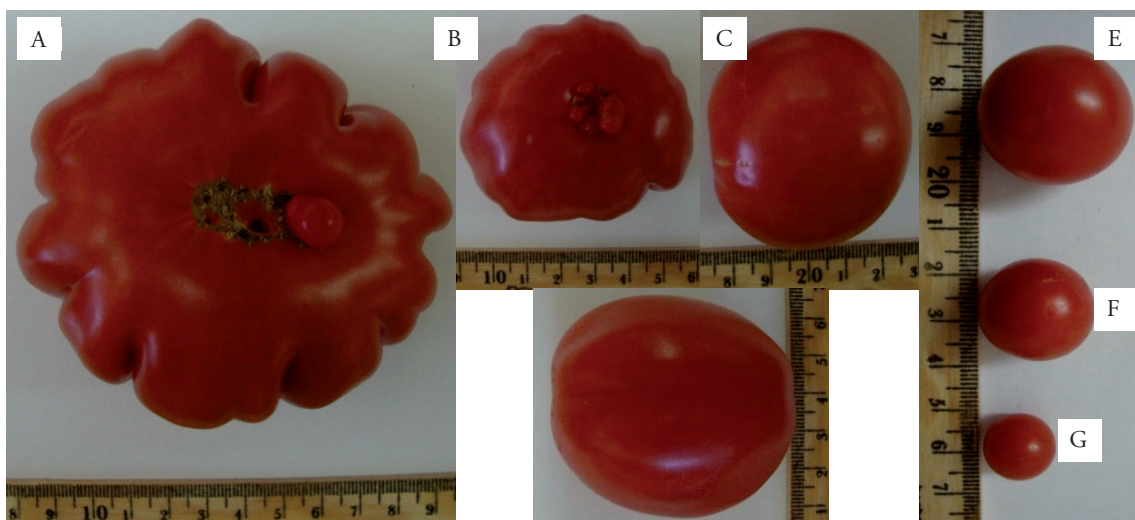


Figura 2. Variación en formas y tamaños de frutos de *S. lycopersicum*. A, riñón grande (achatado irregular); B, riñón mediano (achatado irregular); C, bola (redondeado); D, perita o mandarina (redondo-alargado); E, ciruelita (redondeado); F, ojo de venado (redondeado); G, “chusma” (redondeado *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*).

Figure 2. Variation in shapes and sizes of *S. lycopersicum* fruits. A, large kidney (irregular flattened); B, medium kidney (irregular flattened); C, ball (rounded); D, small pear or mandarine (round-lengthened); E, small plum (rounded); F, deer’s eye (rounded); G, chusma (rounded *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*).

se encuentra a 270 km del sitio de producción. La agricultura de la región contrasta tanto en el nivel socioeconómico como en el tecnológico de los agricultores del norte de México, pues se caracteriza por ser de subsistencia con bajos ingresos, superficies pequeñas de cultivo, de menos de 1000 m², alto uso de mano de obra y bajos rendimientos, y en conjunto agrupan alrededor de 800 ha sembradas de tomate en todo el estado de Oaxaca, en tanto que en Sinaloa, principal exportador de productos agrícolas a los EE. UU., un solo productor agrupa una superficie de alrededor de 200 ha (SIAP, 2010) con alto nivel de tecnificación y rendimientos elevados. Como consecuencia de lo anterior, se genera una polarización población del desarrollo económico y social de las comunidades.

En la región de estudio, los agricultores mencionan que de julio a septiembre es la mejor época para la siembra y el trasplante, ya que de febrero a junio las temperaturas más altas superan los 40 °C e imposibilitan el desarrollo adecuado de las plantas. Todos los agricultores producen sus plántulas en almácigos tradicionales, en pequeñas áreas de terreno o traspacios cercanos a sus hogares. Entre 15 y 20 días después de la emergencia de semillas, las plántulas desarrollan de tres a cinco hojas verdaderas y están aptas para el trasplante. La mayoría de los productores afirman que las plantas requieren un tiempo mínimo de dos meses

plum (20 %), deer’s eye (15.6 %) and cherry shaped fruit, locally called *chusma* (11.1 %), or *tomatillo* of less than 2 cm diameter. Most producers (60 %) only have plots with one to ten furrows; others assign 11 to 20 furrows (26.7 %) 100 m long, while others use up to 50 furrows for it (Figure 1 and Table 2). In general, these are plots of less than 2400 m² surface. Therefore, in these production micro-niches a large part of the tomato gene pool in México is conserved, as has been indicated in prior studies (Rodríguez *et al.*, 2009).

The farmers preserve or continue to sow these types of tomatoes, with most limiting themselves to sowing 1 to 20 furrows 100 m long because they have a certain ease selling. A producer could obtain yields higher than 40 ton h⁻¹ if he assigned the whole plot to this crop; however, because the sale is at the regional level, this would cause a high offer and, therefore, an excessive supply of the product. Exceptionally, in the city of Oaxaca they sell to the largest commercialization center of products, which is 270 km away from the production site. Agriculture in the region contrasts both on the socioeconomic and the technological level from farmers from northern México, since it is characterized by being subsistence production with low income, small cultivation surfaces, of less than 1000 m², high use of labor and low yields, and as a whole they group close to 800

y medio desde el trasplante a la cosecha (33.3 %), y otros más dijeron que tres meses y medio (31.1 %). La duración de la cosecha es de dos meses; esto en función de la sanidad de las plantas, ya que algunos productores afirmaron que puede prolongarse hasta tres o cuatro meses. Debido a las condiciones climáticas, la mayoría de los agricultores (82.2 %) hacen un ciclo de cultivo por año (Cuadro 2).

Al momento de la cosecha, 40 % de los agricultores entrevistados mencionaron que seleccionan frutos sanos para obtener su semilla; por el contrario, 27 % obtiene la semilla con sus vecinos, o bien en el mercado local (Cuadro 2). En el primer caso no se practica una selección con fines de mejoramiento genético, ni para obtener mejor calidad de semilla; sólo evitan la pérdida del material. Esto indica que menos de 50 % de los agricultores preservan de manera continua las diferentes formas y tamaños de fruto y otros, la obtienen con vecinos o en el mercado local, pero exclusivamente las formas de frutos conocidos (variantes autóctonas) que saben que pueden sembrar sin problemas de adaptación, u otros bióticos, y también con la perspectiva de comercialización local. Esta información podría sustentar la elaboración de un programa de obtención de semillas de calidad para la preservación de las variedades regionales.

El proceso de selección y conservación de las semillas en los sistemas tradicionales con variedades locales, difiere entre agricultores (Kraft *et al.*, 2010; Scott *et al.*, 2003; Rodríguez *et al.*, 2009). En nuestra investigación, después de que extraen semillas de los frutos, a veces seleccionados, las someten a un proceso de secado en tela y otros prefieren secarlas al sol para eliminar el mucílago; posteriormente es conservada en frascos de vidrio, sin la aplicación de productos químicos. En ocasiones, los agricultores emplean semilla obtenida de casas comerciales; al sembrarla, se recombina con las variedades locales aledañas, o bien, se mantiene aislada y obtienen generaciones avanzadas. Es importante resaltar que de todas las variedades registradas en México en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (Rosario, 2011) ninguna aparece con frutos achatados tipo riñón, lo que indica que no existe un programa de mejoramiento regional o nacional que tenga como objetivo la obtención de variedades mejoradas para estos sistemas de producción.

En la preparación de terreno, siembra, trasplante y manejo del cultivo, los agricultores de la región

ha of tomato sown throughout the state of Oaxaca, while in Sinaloa, main exporter of agricultural products to the USA, a single producer groups a surface of around 200 ha (SIAP, 2010) with a high level of technology and high yields. As consequence of this, a polarization of the population is generated in terms of economic and social development of the communities.

In the study region, farmers mention that July to September is the best season for sowing and transplanting, since from February to June the highest temperatures exceed 40 °C and make the adequate development of the plants impossible. All the farmers produce their seedlings in traditional patches, in small areas of the plot or backyard near their households. Between 15 and 20 days after the emergence of the seeds, seedlings develop three to five true leaves and are apt for transplanting. Most of the producers affirm that plants require a minimum time of two months and a half from the transplant to the harvest (33.3 %), and others said that three months and one half (31.1 %). The duration of the harvest is two months; this is in function of the health of the plants, since some producers stated that it can last as long as three or four months. Due to climate conditions, most of the farmers (82.2 %) perform one cultivation cycle per year (Table 2).

At the moment of harvesting, 40 % of the farmers interviewed mentioned that they select healthy fruits to obtain their seed; in contrast, 27 % obtain seed with their neighbors, or else at the local market (Table 2). In the first case selection with the goal of genetic improvement is not practiced, nor to obtain a higher quality of seed; they only avoid the loss of the material. This indicates that less than 50 % of the farmers preserve the different shapes and sizes of the fruit in a continuous manner, and others, obtain the seed with neighbors or at the local market, yet exclusively the known shapes of fruits (native varieties) that they know can be sown without adaptation or other biotic problems, and also with the perspective of local commercialization. This information could sustain the elaboration of a program for obtaining quality seed for the preservation of regional varieties.

The seed selection and conservation process in traditional systems with local varieties differs among farmers (Kraft *et al.*, 2010; Scott *et al.*, 2003; Rodríguez *et al.*, 2009). In this study, after having extracted seeds from the fruits, sometimes selected,

Cuadro 2. Descripción del sistema de producción tradicional de tomate con base en las respuestas de los agricultores entrevistados (n=45) de la región de Tehuantepec-Juchitán, Oaxaca, México.

Table 2. Description of the traditional tomato production system based on the responses by farmers interviewed (n=45) in the Tehuantepec-Juchitán region, Oaxaca, México.

VARIABLES EVALUADAS	FRECUENCIA (% DEL TOTAL)	VARIABLES EVALUADAS	FRECUENCIA (% DEL TOTAL)
Forma de fruto según Figura 2		Mes de siembra	
Achatado irregular (riñón grande)	3 (6.7)	Mayo	2 (4.4)
Redondeado (bola)	5 (11.1)	Junio	5 (11.1)
Achatado irregular (riñón mediano)	7 (15.6)	Julio	10 (22.2)
Redondeado (chusma)	5 (11.1)	Agosto	11 (24.4)
Redondo-alargado (perita)	9 (20.0)	Septiembre	13 (28.9)
Redondeado (ciruelita)	9 (20.0)	Octubre	1 (2.2)
Redondeado (ojo de venado)	7 (15.6)	Noviembre	3 (6.7)
Superficie de siembra		Tiempo de siembra-trasplante	
1-10 surcos (de 100 m de longitud)	27 (60.0)	15-20 días	31 (68.9)
11-20 surcos	12 (26.7)	21-25 días	8 (17.8)
21-30 surcos	0 (0.0)	26-30 días	6 (13.3)
31-40 surcos	5 (11.1)	Mes de trasplante	
> 40 surcos	1 (2.2)	Junio	6 (13.3)
Obtención de semillas		Julio	10 (22.2)
		Agosto	9 (20.0)
De frutos seleccionados	18 (40.0)	Septiembre	13 (28.9)
En el mercado local	15 (33.3)	Octubre	5 (11.1)
Con otros productores	12 (26.7)	Noviembre	2 (4.4)
Cantidad de semilla utilizada		Tiempo de trasplante-cosecha	
≤ 300 g	6 (13.3)	1.5 meses	1 (2.2)
301-600 g	5 (11.1)	2.0 meses	2 (4.4)
601-900 g	13 (28.9)	2.5 meses	15 (33.3)
901-1200 g	12 (26.8)	3.0 meses	12 (26.8)
1201-1500 g	5 (11.1)	3.5 meses	14 (31.1)
> 1500 g	4 (8.8)	4.0 meses	1 (2.2)
Duración del periodo de cosecha		Núm. ciclos de cultivo por año	
1.0 meses	1 (2.2)	1 ciclo	36 (82.2)
1.5 meses	5 (11.1)	2 ciclos	8 (17.8)
2.0 meses	25 (55.6)		
2.5 meses	7 (15.6)		
3.0 meses	5 (11.1)		
3.5 meses	1 (2.2)		
4.0 meses	1 (2.2)		

combinan algunas tecnologías modernas que no impliquen fuertes inversiones económicas con sus técnicas tradicionales, así como poca o nula adquisición de insumos externos, con el propósito de disminuir los costos de producción. Por ejemplo, el barbecho o

they are submitted to a process of drying on fabric and others prefer to dry them under the sun to eliminate mucilage; later, they are conserved in glass containers, without applying chemical products. On occasions, farmers use seeds obtained from

Cuadro 3. Prácticas tradicionales de manejo del cultivo de tomate entre agricultores (n=45) de la región de Tehuantepec-Juchitán, Oaxaca, México.

Table 3. Traditional management practices for the tomato crop among farmers (n=45) in the Tehuantepec-Juchitán region, Oaxaca, México.

VARIABLES EVALUADAS	FRECUENCIA (% DEL TOTAL)	VARIABLES EVALUADAS	FRECUENCIA (% DEL TOTAL)
Arreglos topológicos de trasplante		Control de plagas y enfermedades	
En línea	39 (86.7)	Metomilo	26 (57.8)
Aleatorio o irregular	15 (33.3)	Paratión metílico	2 (4.4)
Prácticas de remoción de suelo		Metomilo y paratión metílico	8 (17.8)
Mecanizada (tractor)	15 (33.3)	Otros	9 (20.0)
Yunta	18 (40.0)	Fertilización del cultivo	
Manual	12 (26.7)	No fertiliza	31 (68.9)
Aplica fertilizante		15 días	11 (24.4)
Si	14 (31.1)	20 días	3 (6.7)
No	31 (68.9)		

remoción de suelo se hace con tractor, pero el surcado y otras labores de remoción posteriores se realizan con una yunta de bueyes. En la parcela, los agricultores trasplantan bajo dos arreglos topológicos; en línea o surcos y sin orden pre-establecido; en este último sólo buscan que las plantas queden separadas de 80 a 100 cm entre ellas. La mayoría de los agricultores respondieron que no aplican fertilizantes y que cuando sí los utilizan lo hacen entre 15 y 20 días después del trasplante y la segunda la realizan 15 o 20 días después de la primera. El control de plagas lo realizan regularmente con Foley® (Paratión Metílico) y Lannate® (Metomilo), aunque los agricultores afirman que no hay enfermedades en el cultivo (Cuadro 3).

Los productores que siembran una parcela de menos de 10 surcos generalmente invierten entre 732.00 y 912.00 pesos para la producción, mientras que otros siembran entre 40 y 50 surcos y gastan alrededor de 8832.00 pesos. La producción de tomate se destina principalmente a los mercados regionales de Santo Domingo Tehuantepec y Juchitán, México; en estos mercados se comercializan en cajas de 18 a 20 kg, en recipientes con volúmenes de 700 a 800 g o por kilogramo (Cuadro 4). En los mercados locales la forma tradicional de venta es en recipientes, cuyo precio de compra varía de 10 a 15 pesos mexicanos, al menos durante la recopilación de la información del presente estudio.

Por todo lo anterior, el sistema tradicional de producción aquí descrito está supeditado prácticamente a las variaciones de la demanda de los mercados

commercial houses; when these are sown, they recombine with the nearby local varieties, or else, they are kept isolated and advanced generations are obtained. It is important to highlight that of all the varieties registered in México in the National Plant Varieties Catalogue (Rosario, 2011), none appear with kidney-shaped flattened fruits, which indicates that there are no regional or national improvement programs with the objective of obtaining improved varieties for these production systems.

In preparation of the land, sowing, transplanting and crop management, farmers in

Cuadro 4. Destinos de la producción de tomate cultivado por pequeños agricultores (n=45) de la región de Tehuantepec-Juchitán, Oaxaca, México.

Table 4. Destination of tomato production cultivated by small farmers (n=45) in the Tehuantepec-Juchitán region, Oaxaca, México.

VARIABLES EVALUADAS	FRECUENCIA (% DEL TOTAL)
Destino de la producción	
Autoconsumo o venta entre vecinos	8 (17.8)
Venta en los mercados regionales	37 (82.2)
Unidad de medida de venta	
Cajas de 18 a 20 kg	16 (35.6)
Medidas de volumen de 700 a 800 g	16 (35.6)
Por kilos	13 (28.9)

regionales de Juchitán y Tehuantepec, aparte de la venta entre vecinos; la mayoría de agricultores (82%) destinan la producción a la venta (Cuadro 4). La conservación de la diversidad nativa e híbridos inter-poblacionales con variedades mejoradas de tomates, es incentivada y promovida por la demanda de los consumidores, formando parte importante en la subsistencia de las familias de la región, donde la cultura y la gastronomía no favorecen el cambio de las variedades locales por su sabor y otras características a las mejoradas (Gutiérrez-Rangel *et al.*, 2011).

Se estimaron diferentes correlaciones entre las distintas variables de escala ordinal que ayudaron a describir el sistema de producción tradicional, como prácticas de preparación del terreno, manejo del cultivo, características de los productores y destino de la producción. Uno de los patrones de correlaciones significativas más destacadas son las relaciones negativas de la edad del agricultor con la duración de los periodos de cosecha ($r=-0.31$) y la unidad de media utilizada para vender ($r=-0.38$). Una relación ordinal entre las prácticas de cultivo fue la correlación entre la cantidad de semilla utilizada y las dimensiones del terreno sembrado o por cultivar ($r=0.37$). Esto sugiere que los agricultores tienen cierto dominio del manejo del cultivo porque las prácticas de cultivo están relacionadas y, en general, la edad no estuvo relacionada con las prácticas de manejo, excepto negativamente con la cantidad de semilla utilizada ($r=-0.36$), lo que indica una eficiencia en la cantidad de semilla utilizada por los agricultores de mayor edad. En este sentido, se cuantificó una correlación significativa negativa entre el tiempo de trasplante cosecha y la duración de la cosecha ($r=-0.38$). Esta última también se correlacionó negativamente con el área de terreno sembrada ($r=-0.40$) y la cantidad de semilla sembrada ($r=-0.30$).

Al final del análisis de correspondencia iterativo se determinó que la quinta dimensión explica 87.8 % de la variabilidad de respuestas de los agricultores en relación con sus características socio-demográficas, sistemas de producción, manejo del cultivo y destinos de la producción. A la quinta dimensión se cuantificó un valor propio o singular de 0.111 y $X^2=15.43$. El resultado fue que en la primera dimensión se observó que las variables más descriptivas de la variación fueron, en orden jerárquico, de mayor a menor: forma del fruto o material genético sembrado, edad del agricultor, mes de trasplante, cantidad de semilla

the region combine some modern technologies that do not entail large economic investments with their traditional techniques, as well as little or no purchase of external inputs, with the purpose of decreasing production costs. For example, the use of fallow lands or removal of soil is done with a tractor, but the furrows and other later removal tasks are performed with a yoke of oxen. In the land plot, farmers transplant under two topological arrangements: in lines or furrows and without a pre-established order; in the latter they only seek for plants to be separated by 80 to 100 cm. Most of the farmers responded that they do not apply fertilizers and that when they do use them it is 15 to 20 days after transplanting and the second application 15 or 20 days after the first. Plague control is performed regularly with Foley® (Parathion-methyl) and Lannate® (Methomyl), although farmers affirm that there are no diseases in the crop (Table 3).

Producers who sow a plot of less than 10 furrows generally invest between 732.00 and 912.00 pesos for the production, while others sow between 40 and 50 furrows and spend around 8832.00 pesos. Tomato production is destined primarily to the regional markets of Santo Domingo Tehuantepec and Juchitán, México; in these markets, it is commercialized in boxes of 18 to 20 kg, in containers with volumes of 700 to 800 g or per kilogram (Table 4). In the local markets the traditional way of selling is in containers, whose purchase price varies from 10 to 15 Mexican pesos, at least during the collection of information for this study.

Therefore, the traditional production system described here is dependent practically on the variations of demand at the regional markets of Juchitán and Tehuantepec, apart from the sale between neighbors; most farmers (82 %) destine production to the sale (Table 4). Conservation of the native diversity and inter-population hybrids with improved varieties of tomatoes is stimulated and fostered by the demand from consumers, taking on an important role in the subsistence of families in the region, where culture and gastronomy do not favor the change of local varieties to improved ones, because of their flavor and other characteristics (Gutiérrez-Rangel *et al.*, 2011).

Different correlations were estimated between the different variables of ordinal scale that helped

utilizada y mes de siembra, con una contribución a la inercia de 0.306, 0.151, 0.117, 0.115 y 0.102, respectivamente. Las demás características descriptivas fueron de menor relevancia, ya que presentaron contribuciones inferiores a 0.087; entre estas, área de terreno sembrada, aplicación de agroquímicos y otras. La segunda dimensión principal presentó cierto patrón similar a la anterior. En la contribución a la inercia se observó que la variante de jitomate sembrada, época de siembra y trasplante, fueron las de mayor valor descriptivo, con contribuciones de 0.380, 0.220 y 0.093, respectivamente. En este caso, las demás características contribuyeron con valores inferiores a 0.070, principalmente las relacionadas con aplicación de agroquímicos, edad del agricultor y épocas de cosecha, entre otros.

En la Figura 2 se presenta la dispersión de los agricultores en el plano formado por las dos primeras dimensiones principales, con base en la edad de los agricultores y la superficie sembrada. La edad de los agricultores indica un manejo diferencial del sistema de producción tradicional de tomate; los agricultores de menos de 31 años están más vinculados con el mercado y tienden a programar sus siembras con el propósito de cosechar en las épocas de mayor precio en los mercados locales. También se observa que los agricultores de mayor edad (>40 años) son más propensos a planear sus siembras (Figura 2a). En la Figura 2b, con base en la edad y el tamaño de las parcelas, la diferencia entre agricultores también fue notoria, con desde menos de 20 surcos hasta más de 40 surcos de 100 m de largo; esto es, los agricultores de más edad siembran una menor superficie de terreno.

En el análisis de conglomerados se determinaron cinco subsistemas significativamente diferentes de producción tradicional de tomate (Figura 3). En esta región, la producción o el manejo del cultivo de tomate estuvo determinada por la edad del agricultor, la variante de fruto o la variedad local sembrada, de acuerdo con el mercado local, y la determinación del tamaño de parcela a cultivar. Esto indica que las formas de manejo se constituyen en patrones de producción en función de la capacidad de inversión, tecnología utilizada, fechas de siembra y cosecha, manejo de plagas y enfermedades, aunque las condiciones ambientales y las costumbres del agricultor no se dejen de lado. De acuerdo con Baltazar *et al.* (2011), las diferentes estrategias de producción son resultado de la capacidad de inversión y de la orientación o

to describe the traditional production system, such as practices for preparing the terrain, crop management, characteristics of producers and destination of the production. One of the most outstanding patterns of significant correlations are the negative relationships between age of the farmer and duration of harvest periods ($r=-0.31$) and the mean unit used to sell ($r=-0.38$). An ordinal relationship between cultivation practices was the correlation between the amount of seed used and the dimensions of the plot sown or to be cultivated ($r=0.37$). This suggests that farmers have a certain dominion of crop management because cultivation practices are related and, in general, age was not related with management practices, except negatively with the amount of seed used ($r=-0.36$), indicating an efficiency in the amount of seed used by older farmers. In this sense, a significant negative correlation was quantified between the time of transplant harvest and the duration of harvest ($r=-0.38$). The latter was also negatively correlated with the area of land sown ($r=-0.40$) and the amount of seed sown ($r=-0.30$).

At the end of the iterative correspondence analysis, it was determined that the fifth dimension explains 87.8 % of the variability of responses from farmers with regards to their socio-demographic characteristics, production systems, crop management and destination of production. The fifth dimension was quantified with a value of its own or singular of 0.111 and $X^2=15.43$. The result was that in the first dimension it was observed that the most descriptive variables of the variation were, in hierarchical order from highest to lowest: shape of the fruit or genetic material sown, age of the farmer, month of transplant, amount of seed used and month of sowing, with a contribution to inertia of 0.306, 0.151, 0.117, 0.115 and 0.102, respectively. The other descriptive characteristics were of lower relevance, since they presented contributions lower than 0.087; among these, area of plot sown, application of agrichemicals, and others. The second principal dimension presented a certain pattern similar to the previous. In the contribution to inertia it was observed that the variant of tomato sown, season of sowing and transplant, were those of highest descriptive value, with contributions of 0.380, 0.220 and 0.093, respectively. In this case, the other characteristics contributed with values lower than 0.070, primarily those related to applying agrichemicals, age of the farmer and seasons of sowing, among others.

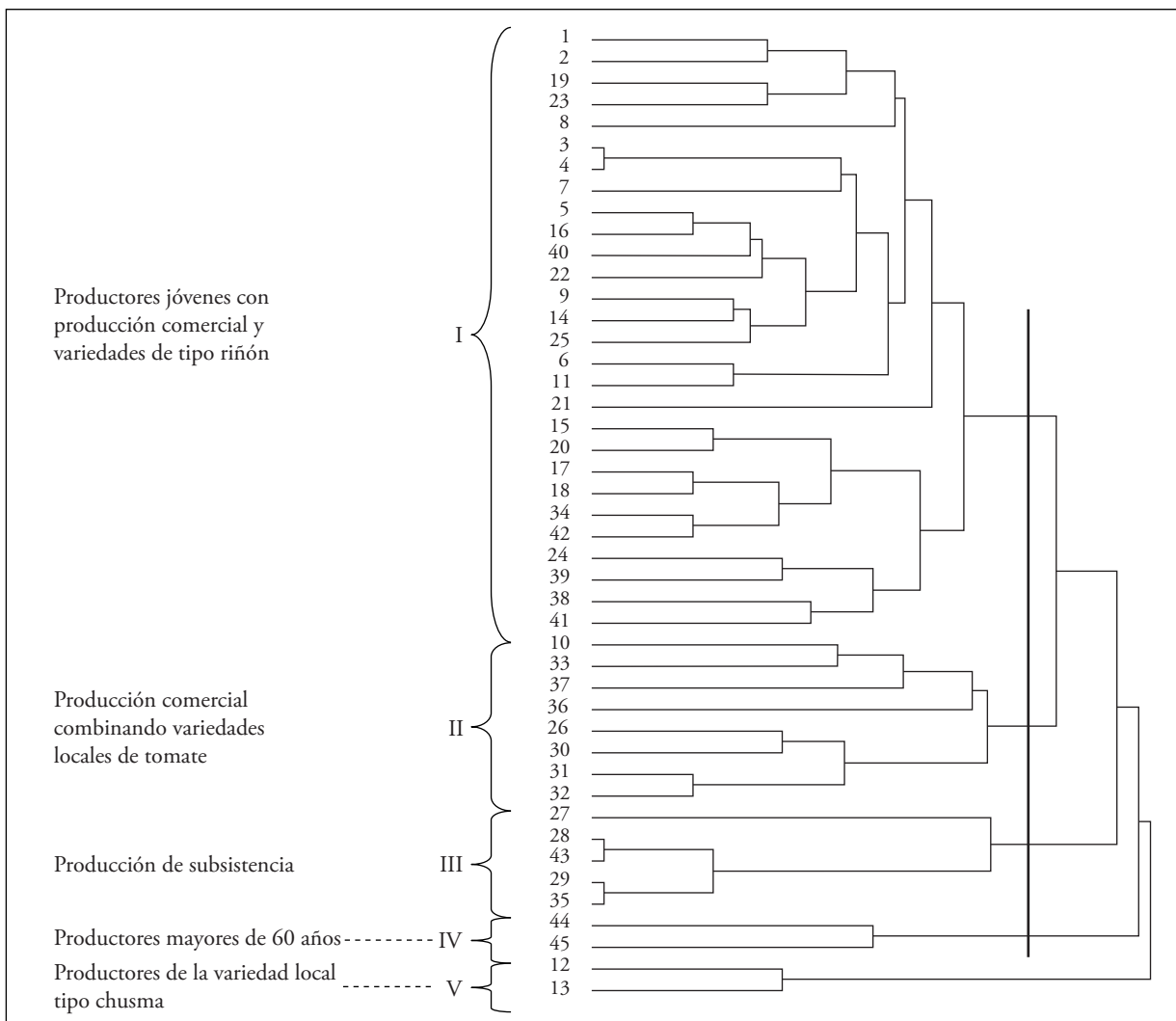


Figura 3. Dendrograma de agrupamiento jerárquico, con base en las variables descriptivas de características del agricultor, producción, manejo y comercialización de tomate.

Figure 3. Dendrogram of hierarchical grouping, based on the descriptive variables of farmers' characteristics, and tomato production, management and commercialization.

destino de la producción. En este caso, además de ser demandando en el mercado, también es un producto de autoconsumo.

El uso de variedades locales en los sistemas tradicionales de cultivo, generalmente responde a un enfoque de subsistencia, ya que son las fuentes de alimentos para el productor y su familia y generan algún ingreso económico, aunque no siempre en términos de alta tasa de retorno. Los ingresos mínimos y máximos obtenidos por los productores de tomate en la región de estudio varían de 2640.00 a 18000.00 pesos y pueden considerarse como un pequeño estímulo para conservar y mantener los acervos genéticos de tomate, como lo han postulado Gliessman *et*

Figure 2 presents the dispersion of farmers on the plane formed by the first two principal dimensions, based on age of the farmers and surface sown. The age of the farmers indicates a differential management of the traditional production system for tomato; the farmers who are less than 31 years old are more correlated with the market and tend to program their sowing with the purpose of harvesting in the seasons of higher prices at the local markets. It can also be observed that older farmers (>40 years) are more prone to plan their sowing (Figure 2a). In Figure 2b, based on age and size of the plots, the difference between farmers was also notorious, ranging from less than 20 furrows to more than 40 furrows 100 m

Cuadro 5. Grupos de subsistemas de producción de tomate nativo en la región de Tehuantepec-Juchitán, México, en función de las características del agricultor y prácticas de manejo del cultivo.
Table 5. Groups of subsystems for native tomato production in the Tehuantepec-Juchitán region, Oaxaca, México, in function of the farmers' characteristics and crop management practices.

Variables evaluadas	Grupos de subsistemas de producción de tomate (Figura 3)				
	I (n=28)	II (n=8)	III (n=5)	IV (n=2)	V (n=2)
Edad de los productores	20 – 30 y 51 - 60	41 – 60	20 – 30	> 60	> 60
Años de escolaridad formal	6	6	12	6	6
Forma de fruto	Riñón mediano	Riñón mediano y Ojo de venado	Ojo de venado	Riñón mediano y Ojo de venado	Riñón grande y Chusma
Superficie de siembra (surcos de 100 m de longitud)	< 10	> 40	< 10	< 10	21 – 30
Origen de las semillas	Autogenera	Mercado	Vecino	Mercado	Autogenera
Cantidad de semilla utilizada (g)	301 – 600	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
Mes de siembra	Julio, Agosto	Septiembre	Septiembre	Mayo	Junio
Tiempo de siembra a trasplante (días)	15 – 20	15 – 20	15 - 20	26 – 30	15 – 20
Mes de trasplante	Agosto	Septiembre	Septiembre	Mayo	Julio
Control de plagas y enfermedades	Metomilo	Metomilo	Metomilo	Metomilo	Metomilo
Años sembrando tomate	< 10	10 – 20	< 10	21 – 30	< 10

al. (1981), Altieri y Merrick (1987) y Sthapit *et al.* (2008) para diferentes especies. Estos autores también remarcan que las variedades locales se conservan porque son aprovechadas o utilizadas.

De acuerdo al estadístico de pseudo t, se determinaron diferencias significativas ($t=11.1$; $gl=43$; $P<0.05$) entre los cinco grupos descritos en la Figura 3. En el Cuadro 5 se presenta una descripción detallada de las características diferenciales entre grupos o subsistemas de producción. Los subsistemas II y IV son practicados por agricultores de más de 40 años de edad; siembran variantes semejantes de forma de frutos (riñón mediano), cantidad de semilla utilizada para la siembra y, en perspectiva de su conocimiento de las fluctuaciones del precio de mercado, los primeros trasplantan en septiembre y los segundos en mayo.

Los subsistemas I, III, y V son los que más variación muestran: edad de los productores, número de formas de frutos que siembran, superficie sembrada y origen de la semilla. Todos ellos siembran y trasplantan de mayo a septiembre para cosechar desde principios de agosto hasta los primeros meses del año, cuando pueden obtener un ligero sobreprecio por la venta de sus cosechas (Cuadro 5). Todo esto hace que los subsistemas provean casi todo el año

long; that is, older farmers sow a smaller surface of land.

In the conglomerate analysis five significantly different subsystems for traditional tomato production were determined (Figure 3). In this region, production or management of the tomato crop was determined by the age of the farmer, the variety of the fruit or local variety sown, according to the local market, and the determination of the size of the plot to be cultivated. This indicates that the forms of management are constituted into production patterns in function of the capacity for investment, technology used, dates of sowing and harvest, management of plagues and diseases, although environmental conditions and farmer's customs are not forgotten. According to Baltazar *et al.* (2011), the different production strategies are the result of the capacity for investment and orientation or destination of the production. In this case, in addition to being demanded in the market, it is also an auto-consumption product.

The use of local varieties in the traditional cultivation systems generally responds to a subsistence approach, since they are food sources for the producer and his family, and they generate some economic income, although not always in terms of a high return

de tomate a los principales mercados regionales en Tehuantepec y Juchitán, México.

CONCLUSIONES

El sistema de producción de subsistencia de tomate en la región de Tehuantepec-Juchitán está vinculado con los mercados regionales, donde las diversas variantes de formas y tamaños de frutos, incluyendo el tipo riñón grande y mediano, comercial y chusma, son altamente demandados. El agricultor conoce la dinámica de presiones en los mercados locales porque produce un volumen que puede comercializar en Tehuantepec o Juchitán, sin mayores problemas. En el análisis de correspondencia se detectó que las variables de mayor valor descriptivo del sistema de producción fueron: superficie de siembra, morfotipos de frutos de tomate sembrado, edad de los productores y cantidad de semilla usada. En estos sistemas, la tecnología utilizada por los agricultores es reducida (tractor, fertilizante y fungicidas) y dependen de la capacidad de inversión. El área de producción por agricultor varía de 0.1 a 0.5 ha y en la región se distinguen cinco subsistemas de producción (análisis de conglomerados), en función de la experiencia de los agricultores, manejo del cultivo y destinos de la producción. Las prácticas de producción y característica sociodemográficas de los agricultores están correlacionadas significativamente (r de Spearman, $P < 0.05$); sobresale la edad agricultor, cantidad de semilla utilizada, área cultivada, época de siembra y duración de la cosecha.

LITERATURA CITADA

- Aguirre B., A. (ed). 2004. Etnografía: Metodología cualitativa en la investigación sociocultural. Alfaomega Grupo Editor, Bogota, Colombia. 356 p.
- Altieri, M. A., and L. C. Merrick. 1987. *In situ* conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. *Economic Botany*, Vol. 41. pp: 86-96
- Altieri, M. A., M. K. Anderson, and L. C. Merrick. 1987. Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources. *Conservation Biology*, Vol. 1. pp: 49-58.
- Álvarez, M., C. Moya, D. Plana, F. Dueñas, M Varela, L. Francy, S. Miranda, y H. Ríos. 2007. Incremento de la diversidad de variedades de tomate, su adopción por los productores en la comunidad El Tejar-La Cojuma, La Palma, Pinar del Río. *Cultivos Tropicales*, Vol. 28, Núm. 2. pp: 71-77.
- Asgedom, S., C. P. Struik, E. Heuvelink, and A. Woldeamlak. 2011. Opportunities and constraints of tomato production in Eritrea. *African Journal of Agricultural Research* 6(4): 956-967.

rate. The minimum and maximum profits obtained by tomato producers in the study region vary from 2640.00 to 18000.00 pesos, and it can be considered a small stimulus to conserve and maintain the tomato gene pool, as has been suggested by Gliessman *et al.* (1981), Altieri and Merrick (1987), and Sthapit *et al.* (2008) for different species. These authors also state that the local varieties are conserved because they are exploited or used.

According to the pseudo t statistic, significant differences ($t=11.1$; $gl=43$; $P<0.05$) were determined between the five groups described in Figure 3. Table 5 presents a detailed description of the differential characteristics among production groups or subsystems. The subsystems II and IV are practiced by farmers who are over 40 years of age; they sow similar varieties in fruit shape (medium kidney), amount of seed used for the sowing and, in perspective with their knowledge of the price fluctuations in the market, the first transplant in September and the second in May.

Subsystems I, III and V are the ones that show most variation: age of the producers, number of shapes of the fruits the sow, surface sown and origin of the seed. All of them sow and transplant from May to September to harvest from the beginning of August to the first months of the year, when they can obtain a slight overprice for the sale of their harvest (Table 5). This all makes subsystems supply tomato almost throughout the year to the regional markets of Tehuantepec and Juchitán, México.

CONCLUSIONS

The tomato subsistence production system in the region of Tehuantepec-Juchitán is linked to regional markets, where the different varieties in shapes and sizes of the fruits, including the large and medium kidney type, commercial and *chusma*, are highly demanded. The farmer understands the dynamics of pressures at the local markets because he produces a volume that can be commercialized in Tehuantepec or Juchitán, without greater problems. In the correspondence analysis it was detected that the variables of higher descriptive value of the production system were: sowing surface, morphotypes of tomato fruits sown, age of the producers and amount of seed used. In these systems the technology used by farmers is limited (tractor, fertilizer, fungicides), and they depend on the capacity for investment.

- Baltazar, B.E., L.P. Maciel, L.V. Macias, M.C. Cortés, R.L. Domínguez, y F.E. Robles. 2011. Caracterización de productos de tres municipios de Aguascalientes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Vol. 1. pp: 31-40.
- Bisht, I. S., P. S. Mehta, and P. S. Bhandari. 2007. Traditional crop diversity and its conservation on-farm for sustainable agricultural production in Kumaon Himalaya of Uttaranchal state: A case study. *Genetic Resources and Crop Evolution*, Vol. 54. pp: 345-357.
- Brookfield, H., and C. Padoch. 1994. Appreciating agrobiodiversity: a look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices. *Environment*, Vol. 36, pp: 7-44.
- Brookfield, H. and M. Stocking. 1999. Agrobiodiversity: definition, description and design. *Global Environmental Change*, Vol. 9. pp: 77-80.
- Calvet-Mir, L., M. Calvet-Mir, L. Vaqué-Nuñez, and V. Reyes-García. 2011. Landraces *in situ* conservation: A case study in high-mountain home gardens in Vall Fosca, Catalán Pyrenees, Iberian Peninsula. *Economic Botany*, Vol. 65. pp: 146-157.
- Carravedo, M. 2006. Variedades autóctonas de tomates de Aragón. Centro de investigación de tecnología agroalimentaria de Aragón. Aragón, España. 229 p.
- Chávez-Servia, J. L., J. C. Carrillo-Rodríguez, A. M. Vera-Guzmán, E. Rodríguez-Guzmán, y R. Lobato-Ortiz. 2011. Utilización actual y potencial del jitomate silvestre mexicano. *Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI)*, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, CIIDIR-Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional e Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Oaxaca, México. 72 p.
- Cih-Dzul, I. R., J. L. Jaramillo, M. A. Tornero, y R. Schwenz. 2011. Caracterización de los sistemas de producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en el estado de Jalisco, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, Vol. 14. pp: 501-512.
- Estrada-Castellanos, J. B., J. C. Carrillo-Rodríguez, M. P. Jerez-Salas, J. L. Chávez-Servia, and C. Perales-Segovia. 2011. Small farmer practices for production improvement of the kidney-type tomato landrace: A case study in Oaxaca. *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 6, Núm. 13. pp: 3176-3182.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 217 p.
- Gliessman, S. R., E. García and A. Amador. 1981. The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agro-ecosystems. *Agroecosystems*, Vol. 7. pp: 173-185.
- Gutiérrez-Rangel, N., A. Medina-Galicia, I. Ocampo-Fletes, P. Antonio-López, y M. E. Pedraza-Santos. 2011. Conocimiento tradicional del "Cuatomate" (*Solanum glaucescens* Zucc) en la Mixteca Baja Poblana, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, Vol. 8, Núm. 3. pp: 407-420.
- Heywood, V. H. 2011. Ethnopharmacology, food production, nutrition and biodiversity conservation: Towards a sustainable future for indigenous peoples. *Journal of Ethnopharmacology*, Vol. 137. pp: 1-15.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2011. Carta de Uso de Suelo y Vegetación. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.
- IPGRI. 1996. Descriptores para tomate (*Lycopersicon* spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia. 46 p.
- Jackson, L., M. van Noordwijk, J. Bengtsson, W. Foster, L. Lipper, M. Pulleman, M. Said, J. Snaddon, and R. Vodouche. 2010. Biodiversity and agricultural sustainability: from assessment to adaptive management. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Vol. 2. pp: 80-87.
- Jenkins, J. A. 1948. The origin of the cultivated tomato. *Economic Botany*, Vol. 2. pp: 379-392.
- Kraft, K. H., J. J. Luna-Ruiz, and P. Gepts. 2010. Different seed selection and conservation practices for fresh market and dried chile farmers in Aguascalientes, México. *Economic Botany*, Vol. 64, Núm. 4, pp: 318-328.
- Lobo A., M. 2008. Importancia de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad en el desarrollo de sistemas de producción sostenibles. *Revista Corpoica*, Vol. 9. pp: 19-30.
- Louette, D., A. Charrier, and J. Berthaud. 1997. *In situ* conservation of maize in Mexico, genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Economic Botany*, Vol. 51. pp: 20-39.
- Magazine, L. 2009. Hot issues help preserve traditional agricultural systems. *Farming Diversity*, Vol. 25, Núm. 1. pp: 36-38.
- Montes-Hernández, S., L. C. Merrick, and L. E. Eguiarte. 2005. Maintenance of squash (*Cucurbita* spp.) landrace by farmers' activities in Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, Vol. 52. pp: 697-707.
- Perales, H.R., B. B. Sthepen, and O. Q. Calvin. 2003. Landraces of maize in Central México: an altitudinal transect. *Economic Botany*, Vol. 57, pp: 7-20.
- Rick, C. M., and J. F. Fobes. 1975. Allozyme variation in the cultivated tomato on closely related species. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, Vol. 102. pp: 376-384.
- Rodríguez, G. E., D. Vargas C., J. J. Sánchez G., R. Lépiz I., A. Rodríguez C., J. A. Ruiz C., P. Puente O., y R. Miranda M. 2009. Etnobotánica de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* en el Occidente de México. *Naturaleza y Desarrollo*, Vol. 7, Núm. 2. pp: 46-59.
- Rosario, R. R. J. 2011. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales 2011. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F. 37 p.

- End of the English version -

- Scott, J., P. Kambewa, R. Chirwa, and V. Aggarwal. 2003. Local seeds systems for beans in Malawi. Network on Bean Research in Africa, Occasional Publications Series No. 40. CIAT, Kampala, Uganda. pp: 1-9.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2010. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2010. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350\(mayo/2012\)](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350(mayo/2012)).
- Sthapit, B., R. Rana, P. Eyzaguirre, and D. Jarvis. 2008. The value of plant genetic diversity to resource-poor farmers in Nepal and Vietnam. *International Journal of Agricultural Sustainability*, Vol. 6. pp: 148-166.
- Tengö, M., and K. Belfrage. 2004. Local management practices for dealing with change and uncertainty: A cross-scale comparison of cases in Sweden and Tanzania. *Ecology and Society*, Vol. 9, Núm. 3, Art. 4; Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol29/iss3/art4>.
- Thrupp, L. A. 2000. Linking agricultural biodiversity and food security: the valuable role of agrobiodiversity for sustainable agriculture. *International Affairs*, Vol. 76. pp: 265-281.
- Wale, E. 2008. A study on financial opportunity costs of growing local varieties of sorghum in Ethiopia: Implications for on-farm conservation policy. *Ecological Economics*, Vol. 64. pp: 603-610.
- Zimmerer, K. S. 1998. The ecogeography of Andean potatoes. *BioScience*, Vol. 48. pp: 445-454.