

CONOCIMIENTO TRADICIONAL EN PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL SISTEMA DEL CULTIVO DE AMARANTO EN TOCHIMILCO, PUEBLA

TRADITIONAL KNOWLEDGE REGARDING AGRICULTURAL PRACTICES IN THE AMARANTH CULTIVATION SYSTEM, IN TOCHIMILCO, PUEBLA

Josset Sánchez-Olarte¹; Adrián Argumedo-Macías^{*1}; Jesús F. Álvarez-Gaxiola¹; José A. Méndez-Espinoza¹; Benjamín Ortiz-Espejel²

¹Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Carretera Federal México-Puebla km 125.5, Santiago Momoxpan, municipio de San Pedro Cholula, Puebla. 72760. México (josset15@hotmail.com) (aadrian@colpos.mx) (Felipe_alvarez@hotmail.com) (jamendez@colpos.mx),

²Universidad Iberoamericana. Boulevard del Niño Poblano 2901 Unidad Territorial Atlxáyotl. 72197, Puebla, Puebla, México (benjamín.ortiz@iberopuebla.mx).

RESUMEN

El amaranto (*Amaranthus spp*) es un cultivo esencial en las unidades de producción campesina del municipio de Tochimilco, Puebla. Su siembra obedece a propósitos económicos de aporte al ingreso de la unidad de producción familiar ya que, por su reciente introducción a la región hace 20 años, no existe una cultura de alimentación con este grano. El cultivo de amaranto en México se remonta a la época prehispánica, por lo que existe conocimiento tradicional asociado al manejo del sistema, el cual se relaciona con el clima, suelos, herramientas y prácticas agrícolas. La interrogante que guió el estudio fue: ¿cuál es la importancia que tiene el conocimiento tradicional en las prácticas agrícolas y funcionamiento del sistema del cultivo de amaranto? Para la colecta de información se realizaron recorridos de campo y se entrevistó a una muestra de 83 productores. Los resultados muestran que hay un amplio conocimiento tradicional sobre los tipos de suelo, de la interacción ambiente-cultivo y del uso de herramientas en las prácticas agrícolas para el manejo del sistema.

Palabras clave: clima, herramientas, manejo, suelo, unidad de producción.

INTRODUCCIÓN

El amaranto (*Amaranthus spp*) es una planta de gran tradición en la cultura de los pueblos Mesoamericanos. Su semilla, además de como alimento, también se utilizaba en ceremonias religiosas en las culturas prehispánicas (Mapes *et al.*, 1996).

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: junio, 2014. Aprobado: mayo, 2015.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 12: 533-551. 2015.

ABSTRACT

Amaranth (*Amaranthus spp*) is an essential crop in the peasant production units of the municipality of Tochimilco, Puebla. Its cultivation responds to economic purposes for contributing to the family production unit's income, since, because of its recent introduction to the region 20 years ago, there is not a dietary culture related to this grain. Amaranth cultivation in México dates back to Pre-Hispanic times, so there is traditional knowledge associated to the system's management, related to climate, soils, tools and agricultural practices. The question that guided the study was: What is the importance of traditional knowledge in agricultural practices and the functioning of the amaranth cultivation system? For information collection, field visits were carried out and a sample of 83 producers were interviewed. The results show that there is broad traditional knowledge about soil types, the environment-crop interaction, and the use of tools in agricultural practices for the system's management.

Key words: weather, tools, management, soil, production unit.

INTRODUCTION

Amaranth (*Amaranthus spp*) is a plant of great tradition in the culture of Mesoamerican peoples. Its seed, in addition to being used as food, was also used in religious ceremonies in Pre-Hispanic cultures (Mapes *et al.*, 1996). Currently, it is cultivated for its nutritional and economic value, and it is used in many dishes and products. In the country, the main producing states are Puebla, Tlaxcala, Morelos and Estado de México, with a surface of 3692 ha and an estimated production of slightly over 5000 tons (SIAP, 2013).

Actualmente se cultiva por su valor nutricional y económico, usándose en muchos platillos y productos. En el país, los principales estados productores son Puebla, Tlaxcala, Morelos, y el Estado de México; con una superficie de 3692 ha y una producción estimada en poco más de 5000 toneladas (SIAP, 2013).

En México la agricultura campesina, en especial la tradicional, es practicada principalmente en superficies pequeñas con utilización de mano de obra primordialmente familiar, con limitada aplicación de tecnologías y métodos modernos de producción, la cual en su mayoría se destina al autoconsumo (Hernández Xolocotzi, 1988). También existe una agricultura campesina con producción orientada al mercado, a fin de contribuir a la obtención de ingresos económicos (Warman, 2002). A este caso corresponde el amaranto en el municipio de Tochimilco, Puebla, cuya producción se realiza en condiciones de minifundio y temporal y se orienta al mercado con la finalidad de obtener recursos económicos que aporten al ingreso de la unidad de producción para asegurar su reproducción social (Sánchez y Argumedo, 2015). En este municipio se cultiva una superficie mayor a 1400 ha, de las 3692 que se siembran a nivel nacional, con una producción de 1600 toneladas (SIAP, 2013).

En este contexto el conocimiento sobre el manejo de los sistemas de cultivo se ha fortalecido en algunas sociedades agrícolas a través del tiempo. Por esto, consideramos que el conocimiento tradicional asociado a la producción del amaranto es un proceso de adaptación sociocultural a condiciones ambientales y socioeconómicas particulares de la zona productora del municipio de Tochimilco, Puebla. Asimismo, esta tendencia convive con el proceso de evolución en la escala humana, asociado con el avance científico y tecnológico que se ha desarrollado en la agricultura, y cuyos rasgos más sobresalientes se observan en la agricultura comercial o empresarial; algunas de estas tecnologías han sido adaptadas por los productores de amaranto a sus condiciones técnicas, sociales, culturales, económicas y edafoclimáticas en que se desarrolla su práctica agrícola.

Actualmente el sistema de cultivo de amaranto en el área objeto de estudio, representa una opción económica que apoya la reproducción social. Además, en las condiciones en que se produce, degrada en menor nivel los recursos naturales, debido a que el manejo que realizan los productores es con

In México, peasant agriculture, particularly traditional one, is practiced mainly on small surfaces with the use of mostly family labor, with limited application of technologies and modern methods of production, and it is mostly destined to auto-consumption (Hernández Xolocotzi, 1988). There is also peasant agriculture with production directed at the market, with the aim of contributing to obtaining financial income (Warman, 2002). This is the case of amaranth in the municipality of Tochimilco, Puebla, whose production is carried out in smallholding and rainfed conditions, and is directed at the market with the aim of obtaining economic resources that contribute income to the production unit to guarantee its social reproduction (Sánchez and Argumedo, 2015). In this municipality a surface larger than 1400 ha is cultivated, out of the 3692 sown at the national level, with a production of 1600 tons (SIAP, 2013).

Under this context, knowledge about the management of cultivation systems has been strengthened in some agricultural societies throughout time. Because of this, we consider that traditional knowledge associated to amaranth production is a process of sociocultural adaptation to particular environmental and socioeconomic conditions of the producing zone in the municipality of Tochimilco, Puebla. Likewise, this tendency coexists with the process of evolution at the human scale, associated to the scientific and technological advancement developed in agriculture, and whose most outstanding features are observed in commercial or entrepreneurial agriculture; some of these technologies have been adapted by amaranth producers to the technical, social, cultural, economic and soil-climate conditions of the place where their agricultural practice is developed.

Currently, the amaranth cultivation system in the study zone represents a financial option that supports social reproduction. In addition, under the conditions that production takes place, it degrades natural resources to a lower degree, due to the management performed by producers with manual tools, with low or null use of inputs made on the basis of fossil fuels, and with predominance of the application of local inputs, favoring the conservation of natural resources and the environment. An example of this is that producers fertilize their cultivation plots with manure from various animals, as well as with other sources of organic matter, using industrial inputs quite scarcely,

herramientas manuales, con baja o nula utilización de insumos elaborados a base de energía fósil y con predominancia de aplicación de insumos locales, favoreciendo la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente. Ejemplo de ello es que los productores abonan sus terrenos de cultivo con estiércol de diversos animales, así como con otras fuentes de materia orgánica, utilizando muy poco los insumos industriales, como fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo y potasio. Igualmente hacen poco uso de pesticidas, porque saben que éstos disminuyen la fertilidad de sus terrenos, por lo que para el control de plagas sólo dejan una barrera de maleza alrededor del cultivo para evitar que ésta se extienda al interior (Sánchez *et al.*, 2013). En este sentido, el conocimiento tradicional es un tipo de conocimiento único en una cultura o sociedad dada, el cual contrasta con el conocimiento científico y tecnológico generado por universidades, instituciones de investigación y firmas privadas (Warren, 1995). El mismo autor agrega que este tipo de conocimiento es la base para la toma de decisiones a nivel local relacionadas con la agricultura, manejo de recursos naturales, educación y otras actividades. Sin embargo, en el área objeto de estudio, el conocimiento tradicional asociado al sistema de cultivo de amaranto ha sido poco estudiado; por ello, el objetivo del presente artículo fue conocer la importancia que tiene éste en las prácticas agrícolas y el funcionamiento del sistema de cultivo.

En México, los sistemas de cultivo tradicionales se caracterizan por una aplicación de conocimiento que se ha transmitido de generación en generación, denominado “conocimiento tradicional”. El “conocimiento”, de acuerdo con Hessen (1996), incluye explicaciones, interpretaciones y análisis que el hombre hace sobre la naturaleza, sus posibilidades y límites; sean o no de carácter científico. En cuanto a lo “tradicional”, Mead (1980) señala que son cada uno de aquellos contenidos y prácticas transmitidos durante siglos en una comunidad, dignos de constituirse como una parte integral de sus usos y costumbres. Además, suelen incluir conocimiento y principios socio-culturales selectos, que se consideran especialmente valiosos o acertados en su contexto y, que se busca transmitir de generación en generación a fin de que se conserven y se consoliden. En este mismo sentido, Giddens (1995) afirma que el conocimiento de los individuos, posee una “conciencia práctica” y una “conciencia discursiva” sobre la realidad que les

such as fertilizers based on nitrogen, phosphorus and potassium. Also, make little use of pesticides, because they understand that these decrease the fertility of their lands, so for pest control they only leave a barrier of brush around the crop to prevent it from extending inside (Sánchez *et al.*, 2013). In this sense, traditional knowledge is a unique type of knowledge in a given culture or society, which contrasts with the scientific and technological knowledge generated by universities, research institutions and private companies (Warren, 1995). The same author adds that this type of knowledge is the basis to make decisions at the local level related to agriculture, natural resource management, education and other activities. However, in the study zone, traditional knowledge associated to the amaranth cultivation system has been scarcely studied; therefore, the objective of this study was to understand the importance it has in agricultural practices and the functioning of the cultivation system.

In México, traditional cultivation systems are characterized by an application of knowledge that has been transmitted from generation to generation, called “traditional knowledge”. The “knowledge”, according to Hessen (1996), includes explanations, interpretations and analyses that man makes about nature, its possibilities and limits, whether or not they are of a scientific nature. As for the “traditional” aspect, Mead (1980) points out that it includes each one of the contents and practices transmitted during centuries in a community, worthy of being established as an integral part of their uses and customs. In addition, it tends to include select knowledge and sociocultural principles, which are considered especially valuable or correct within their context, and which are sought to be transmitted from generation to generation in order for them to be conserved and consolidated. In this same sense, Giddens (1995) states that understanding by individuals has a “practical conscience” and a “discursive conscience” about the reality that allows them to justify their actions and words “reflexively”, “rationally” and “routinely”. However, this conscience is not disconnected from the wide social world, since it is determined by a spatial-temporal context for action; a set of articulating or structural properties that make it possible for social practices to exist in segments of space and time, and for them to acquire a systemic form.

permite “reflexiva”, “racional” y “rutinariamente” dar razones de su hacer y de su decir. Pero esta conciencia no está desconectada del mundo social ampliado, ya que se encuentra determinada por un contexto espacio-temporal de acción; un conjunto de propiedades articuladoras o estructurales que hacen posible que las prácticas sociales existan en segmentos de espacio y tiempo y adquieran una forma sistémica.

En una agricultura tradicional, el manejo que el hombre da a las especies cultivadas en su entorno obedece fundamentalmente al conocimiento específico que tiene de ellas, el cual se basa primordialmente en la observación (De Walt, 1999; Toledo, 1997). De esta manera, el conocimiento tradicional comprende las innovaciones, prácticas, ideas, juicios y raciocinio, los procesos tecnológicos, los sistemas explicativos y los procedimientos tecnológicos desarrollados por las comunidades indígenas y locales en su relación con los recursos biológicos del medio en el que viven, y que son tenidos por tales comunidades como un legado oral o escrito, de carácter colectivo (WIPO, 2001; Von Humboldt, 2001).

Zagoya (2013) menciona que el conocimiento tradicional se fortalece a partir de la extracción de información de la naturaleza, a través de sistemas especiales de cognición y percepción que seleccionan la información más útil y adaptable, para ser transmitida cotidianamente de generación en generación de manera oral y empírica, la cual es recordada por medio de la memoria individual y colectiva y validada social y comunitariamente. Por ello, el conocimiento tradicional en la agricultura envuelve saberes culturalmente compartidos, actividades que se han practicado y mejorado con la experiencia durante muchas generaciones en las comunidades, hasta llegar a los actuales procesos de producción (Zamudio, 2002; Toledo y Barrera, 2009).

Para Iturra (1993) el conocimiento tradicional que posee el campesino muestra que el gran patrimonio heredado de los agricultores no es un elemento caprichoso ni producto del azar, sino que responde a una racionalidad campesina en el manejo de los recursos naturales que se encuentran en su entorno y que es completamente distinta a la lógica de la agricultura industrializada. Este tipo de conocimiento es resultado de la sistematización de una acumulación de prácticas ancestrales probadas por los miembros de un grupo cultural (Castro, 2006; Damián *et al.*, 2007).

In traditional agriculture, the management that man gives to cultivated species in his environment responds fundamentally to the specific knowledge that he has of them, which is based primarily on observation (De Walt, 1999; Toledo, 1997). Therefore, traditional knowledge includes the innovations, practices, ideas, judgements and reasoning, technological process, explicative systems and technological procedures developed by indigenous and local communities in their relationship with the biological resources of the environment where they live, and which are held by these communities as an oral or written legacy, of collective nature (WIPO, 2001; Von Humboldt, 2001).

Zagoya (2013) mentions that traditional knowledge is strengthened from the extraction of information from nature, through special systems of cognition and perception that select the most useful and adaptable information, to be transmitted daily from generation to generation in an oral and empirical way, which is remembered through individual and collective memory, and validated socially and in the community. Therefore, traditional knowledge about agriculture involves culturally shared knowledge, activities that have been practiced and improved with experience for many generations in the communities, until reaching the current production processes (Zamudio, 2002; Toledo and Barrera, 2009).

For Iturra (1993), the traditional knowledge of a peasant shows that the great patrimony inherited from farmers is not a capricious element or a random product, but rather responds to peasant rationality in the management of natural resources that are found in his/her environment and which is completely different from the logic of industrialized agriculture. This type of knowledge is the result of the systematization of an accumulation of ancestral practices tried by members of a cultural group (Castro, 2006; Damián *et al.*, 2007).

The knowledge used by peasants for the management of their cultivation systems is complex. It entails abilities and experiences accumulated throughout generations, of which teachings can be extracted that contribute to establishing management guidelines in agricultural systems. That is, peasants generate knowledge throughout time to face the problems that come up in their environment. For hundreds of years, knowledge about management of crops like maize, bean, chili pepper, amaranth,

Los conocimientos que emplean los campesinos para el manejo de sus sistemas de cultivo son complejos. Implican habilidades y experiencias acumuladas a lo largo de generaciones, de las cuales pueden extraerse enseñanzas que contribuyen a establecer pautas de manejo en los sistemas agrícolas. Es decir, los campesinos a lo largo del tiempo van generando conocimientos para hacer frente a los problemas que se les presentan en su entorno. Por cientos de años, el conocimiento sobre el manejo de cultivos como el maíz, frijol, chile, amaranto, entre otros, ha sido generado a base del método conocido como prueba-error, experimentando hasta encontrar un equilibrio entre la parte productiva, la conservación de la tierra y el uso cultural de los productos que de ella se obtienen (Abasolo Palacio, 2011). Por ello, la gran mayoría de las culturas campesinas atesoran un corpus de conocimiento tradicional capaz de encarar las crisis ecológica y de la agricultura moderna; y en la actualidad muchos de esos conocimientos siguen siendo aplicados en algunos sistemas de cultivo (Sevilla Guzmán, 2001). Sin embargo, hoy en día existe información limitada de la importancia que juega el conocimiento tradicional para zonas específicas donde se produce el amaranto.

En los sistemas de agricultura tradicional los campesinos y los indígenas a lo largo de siglos de la evolución cultural y biológica, han desarrollado agroecosistemas que se adaptan bien a las condiciones locales y que les han permitido satisfacer sus necesidades vitales, aun bajo condiciones ambientales adversas, tales como terrenos marginales, sequía o inundaciones (Altieri y Nicholls, 2000). De esta manera las culturas tradicionales han capturado los potenciales agrícolas de los sistemas sociales y biológicos en el curso de la coevolución, los cuales están presentes en sus sistemas de conocimiento (Kallis y Norgaard, 2010).

González (2003), menciona que la prolongada presencia histórica de los sistemas agrícolas mexicanos muestra su capacidad de continuidad y permanencia, como resultado de un proceso de selección de variedades, de adaptación y aplicación de prácticas agrícolas sujetas a una constante experimentación. En comunidades rurales específicas, la cultura y la agricultura han evolucionado de manera paralela adaptándose al continuo cambio del medio ambiente (Hernández, 1977). Esto se evidencia en el conocimiento que se tiene de los elementos del agroecosistema presentes en su entorno, como por ejemplo:

among others, has been generated based on the method known as trial-and-error, experienced until a balance is found between the productive part, land conservation, and the cultural use of products obtained from it (Abasolo Palacio, 2011). Therefore, the great majority of peasant cultures treasure a traditional corpus of knowledge capable of facing the crises of ecology and modern agriculture; and currently, much of this knowledge continues to be applied in some cultivation systems (Sevilla Guzmán, 2001). However, today there is limited information regarding the importance that traditional knowledge plays for specific zones where amaranth is produced.

In traditional agriculture systems, peasants and indigenous peoples throughout centuries of cultural and biological evolution have developed agroecosystems that adapt well to the local conditions and which have allowed satisfying their vital needs, even under adverse environmental conditions, such as marginal lands, drought or floods (Altieri and Nicholls, 2000). Thus, traditional cultures have captured the agricultural potentials of social and biological systems in the course of coevolution, which are present in their knowledge systems (Kallis and Norgaard, 2010).

González (2003) mentions that the prolonged historical presence of Mexican agricultural systems shows their capacity for continuity and permanence, as a result of a process of variety selection, adaptation and application of agricultural practices subject to constant experimentation. In specific rural communities, culture and agriculture have evolved in a parallel way, adapting to the continuous change in the environment (Hernández, 1977). This is evidenced in the knowledge available about the elements of the agroecosystem present in their environment, such as: rain and sowing season, droughts, hailstorms, winds, pests and diseases, type of land, management of fertilizers and manures, and tools.

Within the context of the complexity of peasant agriculture, the actors have a wide repertoire of knowledge, highlighting the traditional one that is directed at management of production systems whose aim is to guarantee their physical and social reproduction. Part of its importance is also reflected in their ability to minimize risks with an efficient production, derived from the mix of crops, the restoration of soil fertility through rotation with

época de lluvias y de siembra, sequías, granizadas, vientos, plagas y enfermedades, tipo de tierra, manejo de fertilizantes y abonos, y herramientas.

En el contexto de la complejidad de la agricultura campesina, sus actores poseen un amplio repertorio de conocimientos, destacando el tradicional que se orienta al manejo de los sistemas de producción cuyo fin es asegurarles su reproducción física y social. Parte de su importancia también se ve reflejada en su capacidad de minimizar riesgos con una producción eficaz, derivada de la mezcla de cultivos, la restauración de la fertilidad del suelo mediante rotación con leguminosas (Altieri y Nicholls, 2000). También se refleja en la capacidad y utilidad de la interpretación de fenómenos naturales como ciclos lunares, clima, y ciclos de vida de las especies (Toledo, 1991). Otro aspecto es el conocimiento de los suelos, ya que desde la época prehispánica se demuestra la existencia de un conocimiento y clasificación de estos por parte de grupos nahuas, mayas, tarascos, otomíes y zapotecos, entre otros; de hecho, se cree que este conocimiento se encuentra presente en toda la sociedad mexicana que se deriva del México antiguo (Ortiz, 1990). En este sentido, Williams (1981) en sus trabajos sobre la clasificación náhuatl de suelos, señala que eran conocidas 45 clases con fines administrativos de uso y manejo, cada una representada en códices por medio de glifos.

Otro elemento estratégico en el sistema de cultivo es el conocimiento tradicional de las herramientas o artefactos utilizados en las labores culturales, muchas de las cuales son generadas por los propios campesinos en sus comunidades inmersas en el manejo del sistema como respuesta a problemáticas específicas en el proceso del cultivo; además de que estas contribuyen a disminuir el gasto de la unidad de producción, permitiendo la continuidad del sistema de cultivo (Sánchez *et al.*, 2013).

Es frecuente que los estudios campesinos generalicen el conocimiento tradicional sin contemplar variables ecológicas ni factores como el desgaste de las tierras agrícolas, desgaste energético de los animales de trabajo o la maquinaria, inversiones de tiempo y mano de obra del campesino y de quienes intervienen en el proceso; o la toma de decisiones para la elección de semilla a cultivar, entre otras. No obstante, en muchas ocasiones los estudios de la ciencia formal tampoco consideran las variables socioculturales de manera apropiada. Por ello, el presente estudio se

legumes (Altieri and Nicholls, 2000). It is also reflected in the capacity and usefulness of interpretation of natural phenomena like lunar cycles, climate and species' life cycles (Toledo, 1991). Another aspect is knowledge of the soils, since from Pre-Hispanic times the existence of knowledge is shown, and its classification by indigenous groups, such as Nahuatl, Maya, Tarasco, Otomí and Zapotec, among others; in fact, it is believed that this knowledge is found in all of Mexican society derived from ancient México (Ortiz, 1990). In this sense, Williams (1981), in his studies about the Náhuatl classification of soils, points out that 45 classes were known with administrative aims of use and management, each one represented in codices through glyphs.

Another strategic element in the cultivation system is the traditional knowledge of tools or artifacts used in cultural labors, many of which are generated by the peasants themselves in their communities immersed in the system's management as a response to specific problems in the cultivation process; in addition, these contribute to decrease expenses in the production unit, allowing continuity in the cultivation system (Sánchez *et al.*, 2013).

It is frequent that peasant studies generalize traditional knowledge without contemplating ecological variables or factors such as the exhaustion of agricultural lands, energetic exhaustion of the work animals or machinery, investment of time and labor by the peasant and those who intervene in the process; or decision-making for the selection of seed to cultivate, among others. However, on many occasions formal science studies also have not considered the sociocultural variables in an appropriate manner. Therefore, this study is centered on highlighting the importance and the value of traditional knowledge in agricultural practices for the crop management, form of production, and use of tools associated to the amaranth cultivation system in the municipality of Tochimilco, Puebla.

MATERIALS AND METHODS

Geophysical characteristics

The study was carried out in the municipality of Tochimilco, which is located in the central western part of the state of Puebla (Figure 1). According to INEGI (2010), there is a population of 17 028

centra en resaltar la importancia y el valor del conocimiento tradicional en las prácticas agrícolas para el manejo del cultivo, forma de producción y uso de herramientas asociados al sistema de cultivo de amaranto del municipio de Tochimilco, Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características geofísicas

El estudio se realizó en el municipio de Tochimilco, el cual se ubica en la parte oeste centro del estado de Puebla (Figura 1). De acuerdo con el INEGI (2010) tiene una población de 17 028 habitantes, de los que 7916 son hombres y 9112 son mujeres. Tiene una superficie de 233.45 km² con el lugar 48 en extensión entre los municipios del estado. Se localiza a 38 km de la ciudad de Puebla, a una altitud promedio de

residents, of whom 7916 are men and 9112 are women. The surface area is 233.45 km² with the 48th place in extension among municipalities of the state. It is located 38 km from the city of Puebla, at an average altitude of 2060 m. The mean annual temperature ranges between 12 and 18 °C. Six types of soils can be found: andosol, regosol, cambisol, fluvisol, lithosol and feozem; the last one occupies a large area on the inner skirts of the Sierra Nevada (INEGI, 2012).

The economic activity in Tochimilco is preponderantly agriculture and livestock production, with the principal crops of maize, bean and amaranth. This area was selected because of the importance that this last crop has for residents of the municipality, and because it is the top producer of the seed in the country. In the study zone the plots that make up this cultivation system are smallholdings, because



Fuente: elaboración propia a partir de Google maps e INEGI 2012. ♦ Source: authors' elaboration from Google maps and INEGI 2012.

Figura 1. Ubicación Espacial de Tochimilco, Puebla.
Figure 1. Spatial location of Tochimilco, Puebla.

2060 m. La temperatura media anual oscila entre 12 y 18 °C. Se distinguen seis tipos de suelos: andosol, regosol, cambisol, fluvisol, litosol y feozem, éste último ocupa una extensa área de las faldas inferiores de la Sierra Nevada (INEGI, 2012).

La actividad económica de Tochimilco es preponderantemente agropecuaria, teniendo como cultivos principales al maíz, frijol y amaranto. Se seleccionó esta área por la importancia que tiene este último cultivo para los habitantes del municipio, y por ser el primer productor de semilla a nivel nacional. En el área objeto de estudio los predios que constituyen este sistema de cultivo son de minifundio, debido a que en el primer período de la Reforma y Reparto Agrario de 1922, se estableció que las dimensiones de la superficie de tierra de temporal sería de 4.2 ha (Warmany 2002).

Tamaño de Muestra

La población estudiada fue de campesinos que cultivan amaranto (los registrados en el padrón de PROCAMPO en 2013) en el municipio de Tochimilco, Puebla. El tamaño de muestra se obtuvo usando varianza máxima ($p=0.5$) con la ecuación (Rodríguez *et al.*, 1999):

$$n = (N * Z_{\alpha/2}^2 * p * q) / [(Nd^2) + (Z_{\alpha/2}^2 * p * q)]$$

dónde: $N=584$, $Z_{\alpha/2}^2=1.96$, $d=0.10$ (10 %).

La recolección de información se llevó a cabo a través de la observación, recorridos de campo, y fue complementada con una entrevista semiestructurada aplicada a 83 productores, la cual contenía una guía de preguntas en la que se abordaron temas como: características socioeconómicas del productor, tenencia de tierra, las relaciones e interacciones que se establecen entre los productores-campesinos y los actores asociados al sistema del cultivo, así como con las herramientas y tecnologías usadas en el sistema, las labores de cultivo realizadas durante todo el ciclo; el manejo, desde la preparación del terreno hasta la cosecha, conocimiento sobre suelos y clima asociados al manejo del cultivo, costos de producción, la forma en que comercializan el grano, el significado para ellos del cultivo de amaranto, y cómo, a partir del cultivo, han mejorado sus condiciones de vida. Las entrevistas en cuestión se distribuyeron en las principales localidades donde se cultiva amaranto en el

during the first period of the Reform and Agrarian Distribution in 1922, it was established that the dimensions of the rainfed land surface would be 4.2 ha (Warmany 2002).

Sample size

The population studied was of peasants who cultivate amaranth (those registered in the PROCAMPO census in 2013) in the municipality of Tochimilco, Puebla. The size of the sample was obtained using a maximum variance ($p=0.5$) with the equation (Rodríguez *et al.*, 1999):

$$n = (N * Z_{\alpha/2}^2 * p * q) / [(Nd^2) + (Z_{\alpha/2}^2 * p * q)]$$

where: $N=584$, $Z_{\alpha/2}^2=1.96$, $d=0.10$ (10 %).

Information gathering was done through observation, field visits, and it was complemented with a semi-structured interview applied to 83 producers, which had a question guide which tackled subjects such as: socioeconomic characteristics of the producer; land ownership; relationships and interactions that are established between producers-peasants and the actors associated to the cultivation system, as well as with the tools and technologies used in the system; the cultivation labors carried out during the whole cycle; management, from preparation of the terrain to the harvest; knowledge about soils and climate associated to crop management; production costs; the way in which the grain is marketed; the meaning of the amaranth crop for them, and how they have improved their living conditions from this crop. The interviews were distributed in the main localities where amaranth is cultivated in the municipality: 25 in the township, 30 in Tochimizolco, 15 in San Miguel Tecuanipan, and 13 in San Lucas Tulcingo.

The data analysis was done through the hermeneutic method, which consists, according to Taberner (2002), in interpreting the data of a discourse, as a census or empirical record or opinions in a given context. It is an interpretation method that attempts to understand texts and discourses; it consists in moving past the superficial meaning to reach the profound meaning, and even the hidden one; finding several meanings when there seems to be only one; and, especially, finding the authentic meaning linked to the intention of a single element

municipio: 25 en la cabecera municipal, 30 en Tochimizolco, 15 en San Miguel Tecuanipan y 13 en San Lucas Tulcingo.

El análisis de los datos se hizo mediante el método hermenéutico, el cual consiste, según Taberner (2002), en interpretar los datos de un discurso, como un censo o registro empírico u opiniones en un contexto dado. Es un método de interpretación que trata de comprender textos y discursos; consiste en pasar el sentido superficial para llegar al sentido profundo, inclusive a lo oculto; encontrar varios sentidos cuando parece haber sólo uno y; en especial, en hallar el sentido auténtico vinculado a la intención de un solo elemento del círculo hermenéutico: autor, texto y lector (Habermas, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El productor de la zona tiene el objetivo de mejorar el manejo del cultivo del amaranto mediante el empleo del conocimiento y herramientas de tipo tradicional, complementado con tecnología, para incrementar el ingreso de la unidad de producción con el fin de apoyar la reproducción de ésta. En su agricultura, de tipo minifundista y de temporal, predomina el trabajo humano y animal sobre el trabajo mecanizado con una total dependencia de las lluvias, lo que indica que existe un profundo conocimiento físico-biótico del medio. Conocimiento que se va “readequando” de acuerdo con las necesidades, intereses y posibilidades económicas y del conocimiento base de los agricultores para hacer frente a las problemáticas identificadas en el sistema de cultivo, “adoptando” cuando constatan que el conocimiento proveniente de instituciones, agentes o los propios productores son pertinentes para el cultivo, y “adaptando” cuando éste no se acopla en su totalidad a las posibilidades del agricultor y necesidades propias del terreno.

De acuerdo con la información captada, la edad promedio de los productores es de 55 años, la superficie promedio en donde cultivan el amaranto es de 2.4 ha, fraccionadas en diferentes predios, en terrenos de temporal.

Conocimiento tradicional en prácticas agrícolas relacionadas con el medio ambiente

Al preguntar a los campesinos por qué, cómo y cuándo es el momento más adecuado para llevar a

of the hermeneutic circle: author, text and reader (Habermas, 2002).

RESULTS AND DISCUSSION

The producer in the zone has the objective of improving the management of the amaranth crop through the use of knowledge and tools of the traditional type, complementing them with technology, to increase the income in the production unit with the aim of supporting its reproduction. In its agriculture, of smallholding and rainfed type, human and animal labor predominates over mechanized work with a total dependence on rains, which indicates there is deep physical-biotic knowledge of the environment. This knowledge is “readjusted” according to the needs, interests and economic possibilities and farmers’ knowledge base to face the problems identified in the cultivation system, “adopting” when they confirm that the knowledge from institutions, agents or producers themselves are pertinent for the crop and “adapting” when it does not completely match the possibilities of the farmer and the needs of the terrain itself.

According to the information captured, the average age of the producers is 55 years, the average surface where amaranth is cultivated is 2.4 ha, fractioned into different plots, in rainfed plots of land.

Traditional knowledge in agricultural practices related to the environment

When peasants were asked why, how and when is the most adequate time to carry out the labors for amaranth cultivation, the first thing they responded was that it depends on the time, which tends to have two assessments based on the worldview of the producer, understanding worldview as the way in which peasants perceive and interpret nature through their beliefs, knowledge and practices (Toledo, 2001). The first refers to the nature which derives from the interpretation of the cosmos and which involves dates for sowing and the climate, based on observations of nature such as the direction of wind, moisture, cold, sunlight, among others; the second concerns religion, where natural phenomena are expressed as associated to revered “saint” onomastics in the zone and in the community, in addition to special days of the year

cabo las labores del cultivo en el amaranto, lo primero que respondieron fue que depende del tiempo, el cual suele tener dos apreciaciones según la cosmovisión del propio productor, entendiendo por cosmovisión a la manera en que los campesinos perciben e interpretan a la naturaleza a través de sus creencias, conocimientos y prácticas (Toledo, 2001). La primera referida a la naturaleza que deriva de la interpretación del cosmos y que involucra fechas de siembra y el clima, basado en las observaciones naturales como la dirección del viento, humedad, frío, sol, entre otras; la segunda concierne a la religión, en la cual se expresan fenómenos naturales asociadas a onomásticos de “santos” venerados en la zona y en la comunidad, además de días especiales del año que proporcionan información, como son las cabañuelas de inicio de año, y además interpretan las fases lunares para realizar las labores culturales propias del cultivo.

Estas actividades responden a la estrecha relación existente entre hombre-naturaleza, producto del conocimiento tradicional heredado de padres a hijos.

Las prácticas agrícolas se ubicaron de acuerdo a las actividades propias del cultivo tomando en cuenta siete órdenes y promedio aproximados en que son realizadas (Cuadro 1).

El conocimiento tradicional del medio ambiente que posee el campesino es de vital importancia en la toma de decisiones para el establecimiento del cultivo. Esto se asevera porque 100 % de los entrevistados respondió, con base en el conocimiento heredado por sus antecesores y el de su propia experiencia, que la mejor época para sembrar son los primeros 15 días del mes de junio, ya que es en esta fecha cuando se inician las lluvias con mayor uniformidad. Sin embargo, a decir de los productores, en la actualidad, debido al cambio climático, a pesar de tener fechas

that provide information, such as the *cabañuelas* at the beginning of the year, and in addition lunar phases are interpreted to perform the cultural labors related to the crop.

These activities respond to the close relationship there is between man and nature, product of the traditional knowledge inherited from parents to children.

The agricultural practices were located according to the activities characteristic of the crop, taking into account seven orders and approximate averages where they are performed (Table 1).

The traditional knowledge of the environment that the peasant has is of vital importance in decision making for the establishment of the crop. This is affirmed because 100 % of those interviewed, based on the knowledge inherited by their ancestors and on their own experience, stated that the best time to sow are the first 15 days of the month of June, since it is on this date when the rains begin with highest uniformity. However, according to the producers, currently, due to climate change, although there are dates established for sowing they are being modified or adjusted. In addition, they state that they take into account the lunar phases in the crop’s management. For example, when the moon is on the waxing crescent, they consider it is the best time to sow because there will be higher fructification. Reap, thresh and harvest are carried out at the end of the phase of waning crescent to get the grain to have better conditions for its storage.

Traditional knowledge about soil

Peasants distinguish, based on their experience and the knowledge inherited: types, quality and

Cuadro 1. Prácticas agrícolas y fechas en que se llevan a cabo en el cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla.

Table 1. Agricultural practices and dates when they are carried out in amaranth cultivation in Tochimilco, Puebla.

Prácticas agrícolas	Fechas	En fechas establecidas		En otras fechas	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%
Preparación del terreno	Abril-Mayo	67	81	16	19
Siembra	1-15 de Junio	74	89	9	11
Aclareo o Desahijado	1-5 Julio	83	100	0	0
Primera labor	10-20 de Julio	83	100	0	0
Segunda labor	15-20 de Agosto	83	100	0	0
Control de plagas y enfermedades	En todo el ciclo	83	100	0	0
Cosecha	Octubre-Noviembre	83	100	0	0

Fuente: elaboración propia a partir de investigación directa (2013) n=83. ♦ Source: authors’ elaboration from direct research (2013) n=83.

establecidas para la siembra éstas están siendo modificadas o ajustadas. Además, expresan que toman en cuenta las fases lunares en el manejo del cultivo. Por ejemplo, cuando la luna está en cuarto creciente, consideran que es el mejor momento para sembrar porque habrá mayor fructificación. La siega, trilla y cosecha, las realizan a finales de la fase de cuarto menguante para conseguir que el grano tenga mejores condiciones para su almacenamiento.

Conocimiento tradicional sobre el suelo

Los campesinos distinguen, según su experiencia y conocimiento heredado: tipos, calidad y características físicas del suelo y su comportamiento al interactuar con la humedad. Los tipos de suelo son distinguidos por su color, textura y posición; además de aquellos en los cuales agregan materia orgánica (residuos de cosechas anteriores, abonos de corral, etc.) y que los identifican por su capacidad para conservar la humedad.

Clasifican los suelos que existen en sus predios, y en función de ello establecen el cultivo de amaranto y proporcionan un manejo específico en suelos con texturas pesadas, con textura franca y los arenosos. Expresan que en Tochimilco predominan los arenosos y bien drenados. Esto coincide con lo expresado por Tello (1994), quien se refiere que el amaranto se puede cultivar en suelos con diferentes niveles de nutrientes, pero su mejor desarrollo ocurre en los arenosos, bien drenados y con un buen balance de nitrógeno y fósforo. Esta puede ser la razón por la cual, de acuerdo con la información del SIAP (2013), se reporta poco más de 1400 ha cultivadas sólo en dicha comunidad.

Prácticas agrícolas aplicadas al cultivo de amaranto

Hoy en día, la introducción del concepto de sustentabilidad nos remite a una multiplicidad de procesos que la componen, pues se trata de algo más que un término: ésta es una nueva forma de pensar y actuar para la cual los seres humanos, la cultura y la naturaleza son inseparables y que buscan el bienestar humano sin dañar el equilibrio del ambiente y sus recursos naturales, tanto para el presente como para generaciones futuras (Verdejo, 2000). Sin embargo, en la medida en que se realiza más investigación en

physical characteristics of the soil and its behavior when interacting with moisture. The types of soil are distinguished by their color, texture and position, in addition to those where organic material is added (residues from prior harvests, farmyard manure, etc.) and they are identified by their capacity to conserve moisture.

They classify the soils present in their plots of land, and in function of this, they establish the amaranth crop and provide specific management in soils with heavy textures, loamy and sandy. They share that in Tochimilco sandy and well-drained soils predominate. This coincides with what was expressed by Tello (1994), who states that amaranth can be cultivated in soils with different levels of nutrients, although its best development occurs in sandy, well-drained soils, and with a good balance of nitrogen and phosphorus. This can be the reason why, according to information by SIAP (2013), slightly over 1400 ha cultivated are reported just in that community.

Agricultural practices applied to amaranth cultivation

Nowadays, the introduction of the sustainability concept refers us to a multiplicity of processes that integrate it, for it is something more than a term: this is a new way of thinking and acting for which human beings, culture and nature are inseparable and which seeks human wellbeing without damaging the equilibrium of the environment and its natural resources, both for the present and for future generations (Verdejo, 2000). However, to the extent that more research is done in the agricultural sector, many of the peasant practices that were considered as rudimentary before are now being revalued and recognized as appropriate for the conservation of natural resources. Peasants in the study area have developed production systems from their practices and agricultural management, such as preparation for the land, seed selection for sowing, crop nutrition with farmyard manure, plague control, and generation of their own tools. The use of tools and machinery in the agricultural practices that are performed in the cultivation zone is shown in Table 2.

Next, the data from Table 2 are presented in greater detail.

Land preparation: the producers expressed that they carry out clearing of fallow land for the land to

Cuadro 2. Herramientas y maquinaria utilizada en el cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla.
Table 2. Tools and machinery used in amaranth cultivation in Tochimilco, Puebla.

Práctica	Herramientas	Frecuencia	%	Maquinaria	Frecuencia	%
1. Preparación del terreno (Barbecho, rastra y surcado)	Arado de tracción animal, azadón, pala, talacho.	27	32	Tractor con implementos de discos, rastra y surcadora.	56	68
2. Siembra	Cubeta, ayate, morral.	74	89	Máquina para sembrar lechuga.	9	11
3. Primera labor	Cultivadora (yunta) de tracción animal, azadón, pala.	27	32	Tractor con implemento de cultivadora.	56	68
4. Segunda labor	Cultivadora (yunta) de tracción animal, azadón, pala.	67	81	Tractor con implemento de cultivadora.	16	19
5. Control de plagas y enfermedades	---	4	5	Bomba para fumigar.	—	—
6. Cosecha	Hoz y machete.	9	11	Cosechadora combinada para Trigo.	74	89

Fuente: elaboración propia a partir de investigación directa (2013) n=83. ♦ Source: authors' elaboration from direct research (2013) n=83.

el sector agrícola, muchas de las prácticas campesinas que antes estaban consideradas como rudimentarias, en la actualidad están siendo revaloradas y reconocidas como apropiadas para la conservación de los recursos naturales. Los campesinos de la zona de estudio han desarrollado sistemas de producción a partir de sus prácticas y manejo agrícola; como preparación del terreno, selección de semilla para la siembra, nutrición del cultivo con abonos de corral, control de plagas, y generación de herramientas propias. El uso de herramientas y maquinaria en las prácticas agrícolas que se llevan a cabo en el cultivo en la zona se muestran en el Cuadro 2.

A continuación se presenta con mayor detalle los datos del Cuadro 2.

Preparación del terreno: los productores expresaron que llevan a cabo una labor de barbecho para que la tierra se “regene” e incorpore la humedad suficiente proveniente de la lluvia para el próximo ciclo. Esta actividad es complementada con un paso de rastra, principalmente para impedir que se evapore la humedad captada y para eliminar las malas hierbas. Tradicionalmente el barbecho lo realizan con un arado de madera y punta de acero con tracción animal, y el rastreo lo hacen pasando ramas o algún tablón tirado por caballos después del barbecho. Es importante resaltar que más del 30 % de los productores de amaranto en la zona cuentan con arados propios y dicha actividad, en situaciones de insuficiencia económica, la realizan con su equipo de trabajo; sin embargo en la actualidad, en condiciones económicas favorables, las realizan con tractor para agilizar estas prácticas.

“regenerate” and incorporate sufficient moisture from rain for the next cycle. This activity is complemented with raking, primarily to prevent the moisture captured from being evaporated and to eliminate weeds. Traditionally, lands are cleared with a wooden plow and steel point with animal traction and raking is done by passing branches or a board pulled by horses after clearing. It is important to highlight that more than 30 % of the amaranth producers in the zone have plows of their own and this activity, in situations of economic difficulty, are performed with their work equipment; however, currently, under favorable economic conditions, they carry them out with a tractor to speed up these practices.

Of the producers interviewed, 81 % performed land preparation between the months of April and May (Table 1), which is when the first rains (still quite occasional) take place, and with them the land is softened and can be cleared with greater ease. Only 19 % expressed that sometimes this labor is carried out at the end of the agricultural cycle of amaranth, primarily to eliminate and incorporate to the land the remainders of undergrowth and the crop after the harvest, with the purpose of having the land rest during the months of December-May and its fertility regenerated. This practice is performed in a mechanical way by 68 % of the producers, and 32 % do it with their own tools (Table 2).

Plowing: the large majority of the producers in the area manifested performing plowing at a distance of between 70 to 80 cm before sowing, and they do it with a tractor when the surface is larger than a hectare, so that in the same day it is completely sown.

De los productores entrevistados 81 % realizó la preparación del terreno entre los meses de abril y mayo (Cuadro 1), que es cuando se dan las primeras lluvias (todavía muy eventuales) y con estas el terreno se reblandece y puede ser barbechado con mayor facilidad. Sólo 19 % expresó que en ocasiones esta labor la realizan al finalizar el ciclo agrícola del amaranto, principalmente para eliminar e incorporar a la tierra los restos de maleza y del cultivo después de la cosecha, con la finalidad de que en los meses de diciembre-mayo descanse el terreno y se regenere su fertilidad. Dicha práctica 68 % de los productores la realiza de manera mecanizada y 32 % lo hace con sus propias herramientas (Cuadro 2).

Surcado: la gran mayoría de los productores del área manifestó llevar a cabo el surcado a una distancia de entre 70 y 80 cm antes de sembrar y lo realizan con tractor cuando la superficie es mayor a una hectárea, para que en un mismo día quede totalmente sembrada. Lo anterior coincide con lo reportado por Barrales (2010) quién afirma que el ancho de los surcos en las zonas productoras de amaranto en Puebla es de entre 70 y 90 cm. Por otra parte, cuando se trata de superficies menores a media hectárea se hace con arado de tracción animal, ya que la actividad la pueden realizar en un solo día; además de que de esta manera se puede surcar en zonas a las que un tractor difícilmente tiene acceso. También se encontró que los productores que realizan el surcado con arado de tracción animal en ocasiones le hacen modificaciones adaptándole una placa de metal para ir rayando (rayador) a un costado del surco en donde depositan la semilla, con la finalidad de que cuando las lluvias sean intensas, éstas no saquen o arrastren la semilla. Por otro lado, cuando el surcado se realiza con tractor, algunos productores rayan el surco con un azadón. Esto evidencia el manejo y la combinación que hace el productor del conocimiento tradicional y del tecnológico.

Siembra: el 100 % de los campesinos coincide en que la mejor época de siembra es en los primeros 15 días de junio, y sólo llegan a hacerlo de manera tardía cuando tienen que volver a sembrar por causas climáticas (excesos de lluvia que pudren la plántula). Utilizan de 6 a 8 kg ha⁻¹ de semilla. El método para realizar esta labor es la siembra directa arrojando entre 20 y 30 semillas por mata en promedio, a una distancia de 35 cm entre mata y mata, a una profundidad máxima de 2 cm para asegurar una buena

This coincides with what was reported by Barrales (2010) who states that the width of the furrows in the amaranth-producing zones of Puebla is between 70 and 90 cm. On the other hand, when there are surfaces smaller than half a hectare, it is done with animal traction plow, since the activity can be done in a single day, and also, in this way plowing can be done in zones where the tractor hardly has access to. It was also found that producers who carry out plowing with animal traction sometimes make changes adapting to it a metal plate to scrape (skimmer) on the side of the furrow where they deposit the seed, with the objective of preventing intense rain from taking out or dragging the seed. On the other hand, when the plowing is done with a tractor, some producers scratch the furrow with a hoe. This evidences the management and the combination that the producer makes of traditional and technological knowledge.

Sowing: 100 % of the peasants agree in that the best time for sowing is during the first 15 days of June, and they only do it late when they have to sow again because of climate issues (excess rains that rot the seedling). They use 6 to 8 kg ha⁻¹ of seed. The method to perform this labor is direct sowing by dropping between 20 and 30 seeds per bush in average, at a distance of 35 cm between bushes, at a maximum depth of 2 cm to guarantee good emergence. Covering the seed is carried out with a light board that brims over the tip of the furrow and sometimes is made with a branch from a tree. González and Rojo (2005) point out that the date of sowing from June 15th to July 15th covers the period when plants express their maximum yield potential, depositing 3 kg ha⁻¹ of seed with the method of sprout sowing. However, in the study zone a larger amount of seed is used, mainly because sowing is done manually and sometimes more than 30 seeds are placed per bush.

It was found that before sowing, slightly over 30 % of the producers combine the seed with farmyard manure (3 kg of sifted manure mixed with 1 kg of amaranth seed) given that this contributes to the seed not being compacted with the soil and holding more moisture and guaranteeing good emergence.

Seed selection: regarding this practice, 85 % of the producers manifest performing it in two ways: the first consists in selecting the most vigorous seed after threshing and winnowing the grain (taking as

emergencia. El tapado de la semilla se lleva a cabo con un tablón ligero que desborda la punta del surco y en ocasiones se hace con una rama de algún árbol. González y Rojo (2005) señalan que la fecha de siembra del 15 de junio al 15 de julio comprende el periodo en que las plantas expresan su máximo potencial de rendimiento, depositando 3 kg ha⁻¹ de semilla con el método de siembra de mateado. No obstante, en la zona de estudio se usa una mayor cantidad de semilla, principalmente porque la siembra es de manera manual y en ocasiones vierten más de 30 semillas por mata.

Se encontró que antes de realizar la siembra, poco más de 30 % de los productores combina la semilla con abono de corral (3 kg de abono cernido revuelto con 1 kg de semilla de amaranto) dado que esto contribuye a que la semilla no se compacte con la tierra y guarde mayor humedad y asegure una buena emergencia.

Selección de semilla: en relación con esta práctica, 85 % de los productores manifiesta hacerla de dos formas: la primera consiste en seleccionar la semilla más vigorosa después de la trilla y ventear el grano (toman como referencia el rendimiento que tuvo el cultivo); sin embargo, esta práctica poco a poco se ha ido sustituyendo porque se han percatado que a pesar de verse bien la semilla, ésta llega a revolverse con algunas plantas que presentaron alguna enfermedad y que durante el ciclo del cultivo podrían disminuir el rendimiento. La segunda forma de selección se realiza antes de la cosecha, cuando la planta aún está en pie; es decir, se eligen las plantas más vigorosas (aquellas que tienen una mejor panoja). Con esta práctica, de acuerdo con sus opiniones, se contribuye a prevenir enfermedades en la planta y mejorar la producción. Esta forma de selección la realiza 51 % de los productores y además la recomienda; 33 % la realiza de la primera forma y sólo 16 % expresó no hacer ningún tipo de selección, recurriendo en cada ciclo a la compra de semilla con productores líderes del municipio (que hicieron algunas de las dos formas de selección). Esto coincide con lo reportado por Kulakow y Jain (1986) quienes reportan que se obtienen mayores rendimientos utilizando el método de selección visual e individual; que consiste en seleccionar las plantas más sobresalientes observando el tamaño de grano, altura de planta, forma y actitud de panoja.

reference the yield that the crop had); however, this practice has slowly been substituted because they have become aware that despite the seed looking well, it can be mixed with some plants that presented a disease and during the cultivation cycle they could decrease the yield. The second selection method is carried out before the harvest, when the plant is still standing; that is, the most vigorous plants are selected (those with the best panicle). With this practice, according to their opinions, they contribute to preventing disease in the plants and to improving production. This selection method is carried out by 51 % of the producers and they recommend it; 33 % does it in the first manner and only 16 % expressed they did not make any type of selection, resorting in each cycle to purchasing the seed from leading producers in the municipality (who performed one of the two selection methods). This agrees with what was reported by Kulakow and Jain (1986), who reported that higher yields are obtained using the visual and individual selection method, which consists in selecting the most outstanding plants by observing the size of the grain, the height of the plant, and the shape and behavior of the panicle.

Crop thinning: between the second and third week after sowing, or when the plant is 20 to 30 cm high, thinning is performed (*desahijado, raleo*) manually, leaving 3 to 4 plants per bush, mainly because during sowing 20 to 30 seeds are deposited; in this activity, the weeding of the brush is done to avoid competition over light, water and soil nutrients; once this labor is finished, the crop has been established.

Nutrition of the crop or fertilization: the producers perform good management of the animal fertilizer (manure) and of the incorporation of harvest residues, which help to decrease soil degradation, and, in addition, with the accumulation of organic matter in the soil, soil fertility is maintained and it contributes to improve moisture retention. Most of the producers own backyard animals and, in recent years, they are making incursions into the elaboration of compost, vermicompost, leach and biofertilizers.

Due to the incorporation of animal manure and organic residues, the chemical fertilization they perform is minimal. After clearing of the crop, the first labor is performed, for which (per hectare) producers use 1 package of diammonium phosphate "DAP" (18-46-00) mixed with 2 packages of urea

Aclareo del cultivo: entre la segunda y tercer semana después de la siembra, o cuando la planta tiene una altura de 20 a 30 cm se realiza el aclareo (desahijado, raleo) de manera manual, dejando de 3 a 4 plantas por mata, principalmente porque en la siembra se depositan entre 20 y 30 semillas; en esta actividad también se realiza el deshierbe de malezas para evitar la competencia por la luz, agua y nutrientes del suelo, una vez realizada ésta labor el cultivo queda establecido.

Nutrición del cultivo o fertilización: los productores realizan un buen manejo del abono animal (estiércol) y de la incorporación de residuos de cosechas, que ayudan a disminuir la degradación de los suelos y, además, con la acumulación de materia orgánica en el suelo, se mantiene la fertilidad de la tierra y se contribuye a una mejor retención de humedad. La mayoría de los productores posee animales de traspatio y, en los últimos años, están incursionando en la elaboración de composta, vermicomposta, lixiviados y biofertilizantes.

Debido a la incorporación del abono animal y residuos orgánicos, la fertilización química que realizan es mínima. Después del aclareo del cultivo se realiza la primera labor en la cual (por hectárea) los productores utilizan 1 bulto de fosfato diamónico “DAP” (18-46-00) mezclado con 2 bultos de urea (46-00-00) equivalente a una dosis de 55-23-00. El productor cree que agregar abono animal y residuos orgánicos al suelo, complementándolo con el tratamiento de fertilizante químico que aplican, es suficiente para tener un buen rendimiento. Luego de la fertilización se usa una “yunta” tirada por caballos para ir tapando las malezas y arrimando tierra a las matas para que posteriormente enraíce mejor. Esta actividad es complementada con el uso de azadones. Por otra parte, los productores mencionan que generalmente para la segunda labor ya no aplican fertilización química debido a que el cultivo cuenta con nutrientes naturales producto del abono de corral y la materia orgánica agregada.

Control de plagas y enfermedades: las plagas más recurrentes o conocidas son la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporarionum*), el pulgón (*Rhopalosiphum maidis*), el chapulín (*Melanoplus spp*) y la conchuela (*Epilachna spp*), las cuales en ocasiones se combaten con algún insecticida (recomendado por casas de agroquímicos); sin embargo, los productores afirman que usualmente no se controlan las plagas con químicos, pues tradicionalmente las combaten

(46-00-00) equivalente a a dose of 55-23-00. The producer believes that adding animal manure and organic residues to the soil, complementing it with the treatment of chemical fertilizer they apply, is enough to maintain a good yield. After fertilization, a “yoke” pulled by horses is used to cover the brush and drag soil to the bushes so they root better later. This activity is complemented with the use of hoes. On the other hand, the producers mention that in general for the second labor they don't apply chemical fertilizer because the crop has natural nutrients product of the farmyard manure and the organic matter added.

Pest and disease control: the most recurring or known pests are whitefly (*Trialeurodes vaporarionum*), aphid (*Rhopalosiphum maidis*), grasshopper (*Melanoplus spp*) and bean beetle (*Epilachna spp*), which occasionally are fought off with an insecticide (recommended by agrichemical companies); however, the producers state that pests are usually not controlled with chemicals, since traditionally they are fought off only by leaving a brush barrier around the plot, where the plagues are concentrated thus preventing them from spreading more intensively inside the plot. With regard to diseases, the most common are blight (*Alternaria solani*), and other fungi (*Mucor*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus* and *Penicillium*), which cause rotting of the seed or the plant, although in the area they tend not to be a generalized problem, so they are fought off manually, that is, the plant is pulled and removed from the plot.

Harvest: this activity is generally performed four to six months after sowing, when the plant shows dry leaves at the base and yellowish towards the apex, and when the panicle changes color (from red to gold). This task is done from the early hours of the morning and until noon, primarily because amaranth is dehiscent, and in this lapse of time the panicle is moist from the dew that falls during dawn, which decreases the grain fall at the time of cutting. This agrees with the information from Granados and López (1990), who recommend that for manual harvesting attention should be paid to the moment when the panicle changes color and part of the grain detaches; in addition, it should be done preferably during the early hours of the day to prevent the probable fall of the grain.

The producers expressed that cutting the panicle is done with a sickle, curved machete or pruning

sólo dejando una barrera de maleza alrededor del terreno, en la cual se concentran las plagas evitando de esta manera que se propaguen con mayor intensidad al interior del terreno. En relación con las enfermedades, las más comunes son la cenicilla (*Alternaria solani*), y otros hongos (*Mucor*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus* y *Penicillium*), que provocan la pudrición de la semilla o de la planta, aunque en la zona, no suelen ser problema generalizado, por lo que se combaten de manera manual; es decir, se arranca la planta y se saca de la parcela.

Cosecha: esta actividad la realizan generalmente cuatro a seis meses después de la siembra, cuando la planta muestra hojas secas en la base y amarillentas hacia el ápice, y cuando la panoja cambia de color (a rojo o dorado). Esta labor se efectúa desde las primeras horas de la mañana hasta medio día, principalmente porque el amaranto es dehiscente, y en este lapso de tiempo la panoja se encuentra húmeda por el rocío que cae durante la madrugada, lo cual disminuye la caída del grano al momento del corte. Lo anterior coincide con la información de Granados y López (1990), quienes recomiendan que para la cosecha de manera manual se debe prestar atención a cuando la panoja cambia de color y se desprende parte del grano; además de que se debe realizar preferentemente en horas tempranas del día para evitar el probable desprendimiento del grano.

Los productores expresaron que el corte de la panoja se realiza con una hoz, machete curvo o con tijera podadora y se coloca en pequeñas gavillas en el surco para propiciar un buen secado para que posteriormente puedan ser trilladas. En superficies pequeñas esta labor se lleva a cabo de manera manual, en un espacio plano predeterminado para ello y con el apoyo de burros o mulas; en superficies mayores a una hectárea se usa cosechadora mecánica (trilladora combinada para sorgo, adaptada). El rendimiento promedio obtenido es de 1.5 t ha⁻¹ de acuerdo con lo expresado por todos los productores.

Postcosecha: después de trillar, la semilla se venta, de forma manual cuando hay buen viento para eliminar los restos de paja o rastrojos. Si no lo hay el productor usa ventiladores. Después del venteo, el producto se expone al sol durante cinco días. Es en esta etapa cuando algunos productores seleccionan la semilla para el siguiente ciclo y el resto se almacena en costales en un lugar fresco, seco y con buena ventilación. Espitia *et al.* (2010), mencionan que durante la

scissors and it is placed in small sheaves in the furrow to foster good drying so it can later be threshed. On small surfaces, this task is carried out manually, in a flat space predetermined for it and with the support of donkeys or mules; in surfaces larger than a hectare a mechanical harvester is used (thresher combined for sorghum, adapted). The average yield obtained is 1.5 t ha⁻¹ according to what was expressed by all the producers.

Postharvest: after threshing, the seed is winnowed, manually when there is good wind to eliminate the remainders of straw or stubble. If there is not, the producer uses ventilators. After winnowing, the product is exposed to the sun for five days. It is in this stage when some producers select the seed for the following cycle and the rest is stored in sacks in a fresh, dry place and with good ventilation. Espitia *et al.* (2010), mention that during postharvest, seed winnowing is carried out by taking advantage of the wind or using sieves to separate the chaff from the straw. Once cleaned, the seed is laid out in the sun to decrease moisture to approximately 11 to 14 %, to later store it in sacks or bags.

Agricultural tools and artifacts

The use of tools in agricultural practices in the system, according to what was expressed by the totality of producers interviewed, is determinant for various reasons: the first one, and to which they give greater importance, is because of the economic situation, for they claim that due to the scarcity of financial resources for the use of modern machinery, they are a good option to continue with the regular cultivation cycle without affecting the income of the production unit; also, most of the producers have tools such as the animal traction plow, hoe, pickax, ring, machete and sickle. Another reason is because tools are easy to handle and some of them even make them from the resources available in the zone, adapting them to the specific practices required by the crop.

CONCLUSIONS

The study allowed proving that management of the amaranth crop in the study zone has the application of practices based on traditional knowledge complemented with technological practices as a basis, and this responds to their technical, social, cultural,

postcosecha se realiza el venteado de la semilla aprovechando el viento o utilizando zarandas o harneros para separar el tamo de la paja. Una vez limpia se asolea para disminuir la humedad hasta aproximadamente un 11 a 14 %, para posteriormente almacenarla en costales o bolsas.

Herramientas y artefactos agrícolas

El uso de herramientas en las prácticas agrícolas en el sistema, según lo expresado por la totalidad de los productores entrevistados, es determinante por diversas razones: la primera, y a la cual otorgan mayor importancia, es por la situación económica, pues aseguran que debido a la escasez de recursos económicos para el uso de maquinaria moderna, aquellas son una buena opción para continuar con el ciclo regular del cultivo sin ver afectado el ingreso de la unidad de producción; además, la mayoría de los productores posee herramientas como el arado de tracción animal, azadón, talacho, aro, machete, y hoz. Otra razón es porque las herramientas son de fácil manejo e incluso algunos las elaboran a partir de los recursos disponibles en la zona, adecuándolas a las prácticas específicas requeridas por el cultivo.

CONCLUSIONES

El estudio permitió comprobar que el manejo del cultivo del amaranto en la zona de estudio tiene como base la aplicación de prácticas basadas en conocimiento tradicional complementadas con prácticas tecnológicas, y ello responde a sus condiciones técnicas, sociales, culturales, económicas y edafoclimáticas, lo que ha generado resultados favorables en la práctica agrícola durante los últimos 20 años.

El conocimiento tradicional que posee el productor sobre sus sistemas de producción es fundamental para dar continuidad al sistema especialmente, en condiciones económicas desfavorables, ya que le permite generar ingresos a la unidad de producción que contribuyen a su reproducción social.

Los productores de amaranto en la zona de investigación han continuado desarrollando conocimiento para mejorar el manejo del sistema del cultivo con base en el método de prueba y error; ejemplo de ello se demuestra en la siembra, en la cual combinan la semilla con abono de corral con la finalidad de asegurar una buena emergencia. Este tipo de prácticas

economic and soil-climate conditions, which has generated favorable results in the agricultural practice for the last 20 years.

The traditional knowledge that the producer has about his production systems is fundamental to give continuity to the system, especially under unfavorable economic conditions, since it allows the production unit to generate income that contributes to its social reproduction.

Amaranth producers in the study zone have continued to develop their knowledge to improve the management of the cultivation system based on the trial-and-error method; an example of this is shown in the sowing, where they combine the seed with farmyard manure with the aim of guaranteeing good emergence. This type of practices exhibits important elements of sustainability because of their adaptability to the local environment, and because they are small-scale and tend to conserve the base of natural resources.

The results obtained about the traditional knowledge associated to the amaranth cultivation system can be taken into consideration for other producing zones with similar characteristics through the recommendations for use and management of the crop; they can also be used to divulge experiences of farmers, technicians, scientists and all actors interested in the issue.

In general, in Tochimilco the interaction between agricultural practices and the use of modern technologies has been the result of the process of coevolution between agriculture and culture, which have evolved in parallel, adapting to their environment as a result of observation, contact and interaction with the crop.

The study will serve as a basis to identify research lines attached to the problematic of the crop, which will allow exploring and generating technological recommendations directed at improving the productive management of the system and, with it, to contribute to the purpose that amaranth has in the local peasant economy and in those areas where its cultivation is promoted.

- End of the English version -

exhibe elementos importantes de sustentabilidad por su adaptabilidad al ambiente local, son de pequeña escala y suelen conservar la base de recursos naturales.

Los resultados obtenidos sobre el conocimiento tradicional asociado al sistema del cultivo de amaranto pueden ser tomados en consideración para otras zonas productoras con características similares a través de las recomendaciones de uso y manejo del cultivo, además de que pueden ser aprovechados para difundir experiencias de agricultores, técnicos, científicos y todos aquellos actores interesados en el tema.

En general, en Tochimilco la interacción entre prácticas agrícolas con el manejo de tecnologías modernas ha sido resultado del proceso de coevolución entre la agricultura y la cultura, han evolucionado paralelamente adaptándose a su medio ambiente como resultado de la observación, contacto e interacción con el cultivo.

El estudio servirá de base para la identificación de líneas de investigación apegadas a la problemática del cultivo, lo cual permitirá explorar y generar recomendaciones tecnológicas orientadas a mejorar el manejo productivo del sistema y con ello aportar al propósito que el amaranto tiene en la economía campesina local y en aquellas zonas donde se promueva su siembra.

LITERATURA CITADA

- Abasolo Palacio, V. E. 2011. Revalorización de los saberes tradicionales campesinos relacionados con el manejo de tierras agrícolas. *In: Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana*. Año VI, No. 11. Enero-Junio de 2011. ISSN: 2007-0675. pp: 98-120.
- Altieri, M., y Nicholls, C. I. 2000. Agroecología. Teoría y Práctica para una Agricultura Sustentable. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México, D. F.
- Barrales, B. E. 2010. Amaranto. Recomendaciones para su producción. Editorial Plaza y Valdés. Primera edición. México. pp: 13-27.
- Castro, P. F. 2006. Colapsos ambientales y transiciones culturales. Editores: UNAM, Dirección General de Estudios de Posgrado. México, D.F. 215 p.
- Damián, H. M.A., B. Ramírez V., y J. F. López-Olguín. 2007. Tecnologías campesinas y manejo agroecológico del maíz en el estado de Tlaxcala, México. *In: Avances en agroecología y ambiente*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.
- De Walt, B. 1999. Combining indigenous and scientific knowledge to improve agriculture and natural resource management in Latin America. *In: Pichon, F., J. Uquillas, J. Frenchione (eds). Traditional and Modern Natural Resource Management in Latin America*. University of Pittsburgh Press. pp: 101-121.
- Espitia, R. E., S. C. Mapes, L. D. Escobedo, V. P. De la O. M. Rivas, P. G. Martínez, E. L. Cortes, y C. J. M. Hernández. 2010. Conservación y uso de los recursos genéticos de amaranto en México. SINAREFI-INIFAP-UNAM, Centro de Investigación Regional Centro. Celaya, Guanajuato, México. ISBN 978-607-425-520-1. 201 p.
- Giddens, A. 1995. La constitución de la sociedad. Bases para una teoría de la estructuración. Editorial Amorrortu. Buenos Aires, Argentina.
- González, T. F., y H. C. Rojo. 2005. Prontuario de Agricultura. Cultivos Agrícolas. Editorial: Grupo Mundi-Prensa. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). ISBN: 84-491-0669-9. Madrid, España. 154 p.
- González, J. A. 2003. Cultura y agricultura: transformaciones en el agro mexicano. México, Universidad Iberoamericana. pp: 35-38.
- Granados, S. D., y R. G. F. López. 1990. El amaranto *Amaranthus spp* su cultivo y aprovechamiento. CP. Montecillo, México. pp: 23-33.
- Habermas, J. 2002. Verdad y Justificación. Editorial: Trotta. Madrid, España.
- Hernández Xolocotzi, E. 1977. Reflexiones sobre el concepto de agroecosistemas, Xolocotzia 1, UACH. México.
- Hernández Xolocotzi, E. 1988. La Agricultura Tradicional en México. Comercio Exterior. Vol. 38. Núm. 8. México.
- Hessen, J. 1996. Teoría del Conocimiento. Editorial Porrúa. México. pp: 1-66.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010. Principales resultados por localidad 2010. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx>. (Consultado en Abril de 2014).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2012. Prontuario de información de los Estados Unidos Mexicanos. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx>. (Consultado en Abril de 2014).
- Iturra, Raúl. 1993. Letrados y campesinos: el método experimental en Antropología Económica. *In: Eduardo Sevilla y Manuel González de Molina (eds). Ecología, campesinado e historia*. Las ediciones de la Piqueta. Madrid, España. pp:131-152.
- Kallis, G., y R. B. Norgaard. 2010. Coevolutionary ecological economics. *Ecological economics* 69:690-699.
- Kulakow, P., and S. Jain. 1986. Genetics of grain amaranths. 4. Variation and early generation response to selection in *Amaranthus cruentus* L., *Theoretical and Applied Genetics*. 74:113-120.
- Mapes, C., J. Caballero, E. Espitia, y R. Bye. 1996. Morphophysiological variation in some Mexican species of vegetable *Amaranthus*: Evolutionary tendencies under domestication. *Journal of Genetic Resources and Crop Evolution* 43:283-290.
- Mead, M. 1980. Cultura y compromiso. Editorial GEDISA. México D.F.
- Ojeda, D., y E. Ojeda. 1996. Suelos cultivados de la República Mexicana. Contenido medio de nutrimentos, minerales aprovechables. UACH. México.
- Ortiz S., C. A. 1990. Desarrollo de la etnoedafología en México. Centro de edafología. CP. Montecillo. México.
- Rodríguez G., G., F. G. Gil, y J. E. García. 1999. Metodología de la investigación cualitativa. Ediciones Aljibe. 2ª Ed. Maracena, Granada. 377 p.
- Sánchez, O. J., y M. A. Argumedo. 2015. El sistema sociotécnico, hacia un enfoque para la comprensión de los sistemas de

- cultivo agrícola. El caso del amaranto de Tochimilco, Puebla. Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible, n. 22 (febrero 2015). En línea: <http://www.eumed.net/rev/delos/22/amaranto.html>
- Sánchez O. J., A. Argumedo M., F. Álvarez G., J.A. Méndez E., y B. Ortiz E. 2013. Labores Culturales y Conocimiento Tradicional en el Sistema del Cultivo de Amaranto de Tochimilco, Puebla. XII SIMPOSIO INTERNACIONAL y VII CONGRESO NACIONAL DE AGRICULTURA SOSTENIBLE. Del 11 al 16 de noviembre de 2013. Puebla, Pue.
- Sevilla Guzmán, E. 2001. Agroecología y desarrollo rural sustentable: Una propuesta desde Latinoamérica. *In*: Notas del Curso de Doctorado en Agroecología, Sociología y Desarrollo Rural Sostenible de la Universidad de Córdoba. (Mimeo). SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Información de las Delegaciones de la SAGARPA. México. Disponible en <http://www.siap.gob.mx> (Consultado en Diciembre de 2013).
- Taberner, G. J. 2002. Sociología y Educación. TECNOS. Madrid, España.
- Tello, García E. 1994. Ajuste osmótico y distribución de materia seca en plantas de amaranto *Amaranthus hypochondriacus* L. bajo condiciones de estrés hídrico. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- Toledo, V. M. 1991. El Juego de la Supervivencia. *In*: Agroecología: Ciencia y Aplicación. CLADES. Berkeley, CA. EE. UU. pp: 1-44.
- Toledo, V. M. 1997. Economía y Modos de Apropiación: Una Tipología Ecológica-Económica de Productores Rurales. Economía Informa (253): Facultad de Economía, UNAM, México.
- Toledo, V. M. 2001. Biodiversity and indigenous peoples. *In*: S. A. Levin, editor. Encyclopedia of Biodiversity. Academic Press, San Diego, California, USA. pp: 330-340
- Toledo, V., y N. Barrera-Bassols. 2008. La memoria biocultural. La importancia ecológica de los saberes tradicionales. Ed. Icaria Barcelona. España. 202 p.
- Verdejo, M. E. 2000. Desarrollo sustentable y sostenido: un reto para la economía. Reflexiones y avances hacia un desarrollo sustentable en México. *In*: <http://www.redmeso.net>
- Von Humboldt, Alexander. 2001. Importancia del conocimiento tradicional. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos. En: <http://www.humbolt.org.htm>.
- Warman, A. 2002. El campo mexicano en el siglo XX. México, D.F. Fondo de Cultura Económica.
- Warren, M. 1995. El Uso del Conocimiento Local en el Desarrollo Agropecuario. Studies in Technology and Social Change. No. 24. Iowa. U.S.A. 127 p.
- Williams, B. J. 1981. La clasificación náhua de suelos. *In*: Rábiela, R.T., y W. Sanders. 1981. Historia de la agricultura. Época prehispánica –Siglo XVI. Col. Biblioteca del INAH. México. D.F.
- WIPO. 2001. Intellectual Property Needs and Expectation of Traditional Knowledge Holders: WIPO report on Fact-finding Missions on Intellectual Property and traditional Knowledge (1989-1999). Geneva, Italia.
- Zagoya, M. J. 2013. Evaluación de biofertilizantes y factores para su innovación con productores de maíz en San Felipe Teotlalzingo, Puebla. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Puebla. México. pp: 19-21.
- Zamudio, Teodora. 2002. Proyecto Genoma Humano y sus implicaciones. Disponible en: <http://biopropiedad.tripod.com/zamudio.htm>. (Consultado en Enero de 2014).