

# MANEJO CAMPESINO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN HORTO-FLORÍCOLAS: ESTUDIO DE CASO

## PEASANT MANAGEMENT OF HORTI-FLORISTIC SYSTEM: CASE STUDY

Ximena **Castillo**<sup>1</sup>, Jorge D. **Etchevers**<sup>1\*</sup>, Arturo **Aguirre**<sup>2</sup>, Claudia **Hidalgo**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Edafología del Colegio de Postgraduados, México. <sup>2</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, México. (jetchev@colpos.mx).

### RESUMEN

El manejo de los sistemas de producción agrícola altera las propiedades del suelo y afecta su funcionalidad. Para medir los cambios y su intensidad, se requieren herramientas sensibles a la función que se desea medir. Los objetivos de este trabajo fueron: conocer la historia agrícola de la zona, definir clases de tierras según los campesinos, identificar los sistemas actuales de producción y su manejo, que permitan sentar bases para seleccionar indicadores de calidad de suelos apropiados. Los indicadores de calidad de suelo dan información cuantitativa objetiva de la intensidad del cambio por el uso del suelo y su efecto en la funcionalidad de los sistemas productivos. Nosotros proponemos incorporar conocimientos empíricos de los productores, recolectados por medio de entrevistas, aplicación de encuestas y observación directa. Este es un enfoque intermedio de carácter cualitativo, complemento del tradicional técnico-científico que se usa con este propósito. El estudio de caso se realizó en cuatro ejidos de Tepeaca, Puebla, con el acopio de información histórica acerca de la incorporación de las tierras al cultivo y riego. En talleres y encuestas con los ejidatarios se definieron: tipos de suelos, cambios de uso en el último medio siglo, patrones de cultivo del pasado y del presente, y manejo de los sistemas de producción horto-florícolas actuales. Los suelos de la zona se han aprovechado desde antes de la colonia y, a mediados del siglo pasado, solo con cultivo de "milpa". La producción de hortalizas y flores ha sido intensa en los últimos 50 años. La historia de cultivo de los suelos de estos ejidos es un registro histórico único en el país, y refleja la influencia de la actividad antrópica en sus características. Los productores identifican tres clases de tierra: Oscuros, Nextlales y Arenosos-Fuertes. Los patrones más frecuentes de uso de las tierras son: 1) flor de corte, 2) hortalizas continuas, y 3) hortalizas con descanso en temporada de secas. La integración del conocimiento de los agricultores con los técnicos, permitió obtener visión ampliada

### ABSTRACT

The management of agricultural production systems alters the properties of the soil and affects its functionality. To measure changes and their intensity, tools sensitive to the function to be measured are required. The objectives of this work were: to know the agricultural history of the area, defining classes of land according to the peasants, identifying the current production systems and their management, as the basis for selecting appropriate soil quality indicators. Soil quality indicators provide objective quantitative information on the intensity of change due to land use, and its effect on the functionality of productive systems. We propose to incorporate the empirical knowledge of producers, collected through interviews, application of surveys and direct observation. This is an intermediate approach of a qualitative nature, as complement to the traditional technical-scientific used for this purpose. The case study was carried out in four Ejidos in Tepeaca, state of Puebla, (Mexico) with the collection of historical information about the incorporation of land to cultivation and irrigation. In workshops and surveys with the ejidatarios (the Ejido peasant producers), the following quality variables were defined: types of soils, changes of use in the last half century, past and present cultivation patterns, and management of current horticultural and floricultural production systems. The soils of the area have been managed since before the colony and, in the middle of the last century, only with the cultivation of "milpa". The production of vegetables and cut flowers has been intense in the last 50 years. The cultivation history of soils in these ejidos is a unique historical record in the country, depicting the influence of anthropic activity on their characteristics. Producers identify three classes of lands: Dark, Nextlales, and Strong-sands. The most frequent land use patterns are: 1) cut flowers, 2) vegetables on continue rotation, and 3) vegetables with land rest in the dry season. The integration of the knowledge of the farmers with the technicians, allowed to obtain an expanded vision of the impact of anthropic activities in the region. Documentation of changes in production systems, and soils will serve as the basis for formulating the appropriate soil quality indicators for those conditions.

---

\* Autor para correspondencia ♦ Author for correspondence.  
Recibido: julio, 2020. Aprobado: noviembre, 2020.  
Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 55: 159-176. 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v55i2.2393>

del impacto de las actividades antrópicas de la región, a través de la documentación de los cambios en sistemas de producción y en el suelo que servirán de base para formular los indicadores de calidad de suelo apropiados para esas condiciones.

**Palabras clave:** historia del riego en México, agricultura intensiva, clasificación campesina de tierras, agricultura campesina.

## INTRODUCCIÓN

La intensificación de los sistemas de producción agrícola y el uso creciente de insumos externos en la finca, altera las propiedades del suelo y deteriora su principal funcionalidad: la producción de alimentos sanos. Un rasgo deseable y relevante para evaluar funcionalidad y desempeño de los sistemas de producción agrícola, es la integración del conocimiento empírico de los agricultores con el técnico-científico. Los agricultores, en particular los productores en pequeña escala (campesinos), suelen poseer conocimientos de sus tierras, medio, suelos, plantas y medio ambiente, que los técnicos no tenemos; con los cuales califican a las tierras para definir sus problemas (Barrera y Zink, 2003).

Los campesinos suelen tener una comprensión de los procesos espaciales y temporales que ocurren localmente, que les permite tomar decisiones de gestión de sus tierras. Dicho conocimiento puede ser diferente de las perspectivas científicas, pero son un complemento para conocer mejor los cambios que ocurren a nivel local. La integración del conocimiento técnico-científico con el empírico tiene efectos positivos para la gestión sostenible de la tierra, ya que las estrategias de uso diseñadas localmente se limitan a la optimización de recursos específicos que pueden contribuir al desarrollo sano, tanto económico como ecológico.

Algunos estudios señalan que el intercambio mutuo de información beneficia la implementación práctica de las evaluaciones de calidad de suelo (Karlen *et al.*, 2003; Bünemann *et al.*, 2018) y ayuda a la selección de nuevos indicadores locales (Barrios *et al.*, 2006). Por ejemplo, en México, Ortiz *et al.* (1990) y Ortiz y Gutiérrez (2001) propusieron una metodología que utiliza conocimiento local para mapear clases de tierra, que fue útil para determinar unidades de suelo a escala local. Vergara y Etchevers (2004) usaron propiedades físicas, químicas y biológicas como indicadores de calidad de los suelos de parcelas de

**Key words:** history of irrigation in Mexico, intensive agriculture, peasant land classification, peasant agriculture.

## INTRODUCTION

The intensification of agricultural production systems and the increasing use of external inputs to the farm alters soil properties and deteriorates their main functionality: healthy food production. A desirable and relevant feature for evaluating agricultural production systems functionality and performance is integrating farmers' empirical knowledge with technical-scientific knowledge. Farmers, particularly small-scale producers (peasants), know features in their lands, conditions, soils, plants, and environment, which technicians do not have, with which they qualify lands to define their problems (Barrera and Zink, 2003).

Peasants understand the spatial and temporal processes that occur locally, enabling them to make management decisions for their lands. Such knowledge may be different from scientific perspectives, but they complement the better understanding of changes that occur at the local level. The integration of technical-scientific knowledge with the empirical knowledge has positive effects on the sustainable management of the land. Because land use strategies designed locally are focused on optimizing specific resources, thus contributing to healthy rural development, both economic and ecological.

Some studies indicate that the mutual exchange of information benefits the practical implementation of soil quality assessments (Karlen *et al.*, 2003; Bünemann *et al.*, 2018); it also helps selecting new local indicators (Barrios *et al.*, 2006). For example, in Mexico, Ortiz *et al.* (1990) and Ortiz and Gutiérrez (2001) proposed a methodology that uses local knowledge to map land classes, which was useful for determining soil units on the local scale. Vergara and Etchevers (2004) used physical, chemical, and biological properties as indicators of soil quality in small size plots. Those characteristics or attributes that coincided with the qualitative assessments indicated by small agricultural producers to define the quality of their lands.

Based on previous research, such as those aforementioned, authors included the active participation of small-scale producers in the study

tamaño pequeño, características o atributos que coincidían con apreciaciones cualitativas señaladas por los pequeños productores agrícolas, para definir la calidad de sus suelos.

Con base en investigaciones previas, como las ya mencionadas, los autores incluyeron la participación activa de los productores en pequeño de la zona de estudio, para recopilar antecedentes de la historia de sus predios y sumar el conocimiento empírico al técnico-científico de sus tierras y sistemas de producción. Los objetivos del estudio fueron: 1) revisar información histórica para entender el estado actual de la calidad de los suelos; 2) definir las unidades de suelo según la clasificación campesina de tierras; 3) identificar los sistemas agrícolas actuales y su estado; y 4) clasificar los principales patrones de cultivo y manejo, para establecer indicadores de calidad de suelo apropiados a los sistemas intensivos de producción horto-florícolas actuales que puedan extrapolarse a otras condiciones similares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó entre 2016 y 2019 en cuatro ejidos ubicados al sur del municipio de Tepeaca, Puebla: Candelaria Purificación, San Nicolás Zotapetlayoca, San Hipólito Xochilténango y Santa María Oxtotipán, en adelante, Candelaria, San Nicolás, San Hipólito y Santa María. Estos ejidos se ubican en el entorno del cruce de las coordenadas 18° 56' 28.92" N y 97° 52' 03.23" O, a 2150 m. El clima de la zona es templado subhúmedo con lluvias en verano y 15.5 °C de temperatura media anual y precipitación media anual de 747 mm (INEGI, 2000; 2011).

En el municipio de Tepeaca el INEGI (2011) reporta siete unidades de suelo: Chernozem, Calcisol Durisol, Phaeozem, Leptosol, Fluvisol, y Cambisol, y las dos primeras son dominantes. Pero los productores tienen sus propias clasificaciones, que se sistematizaron con la cartografía de clases Tierras Campesinas (Ortiz *et al.*, 1990). Para ello, se realizaron talleres participativos para elaborar un mapa de clases de suelos que incluyera la visión de los campesinos. La veracidad de la clasificación se verificó mediante recorridos de campo con productores en cada ejido, quienes indicaron los límites de cada clase de tierra.

Las clases se delimitaron con su trazo sobre imágenes de satélite de Google Earth del 2018 para generar un mapa base y luego un mapa digital con ArcGis 10.5 (ESRI, 2017) y se obtuvieron muestras de suelos para determinar la textura y el contenido de carbonato de calcio de las tierras, aunque esos mapas no se presentan aquí. La topografía del área de estudio es plana, con ligera pendiente hacia el sureste (menor al 10%); con una elevación

area to gather background information on the history of their parcel lands, and to add empirical knowledge to the technical-scientific knowledge of their lands and production systems. The objectives of the study were: 1) to review historical information to understand the current status of soil quality; 2) to define land units according to their peasant land classification; 3) to identify current agricultural systems and their status; and 4) to classify the main cultivation, and management patterns, in order to establish soil quality indicators appropriate to the current intensive horticultural-floricultural production systems for extrapolation to other similar conditions.

## MATERIALS AND METHODS

The research was carried out between 2016 and 2019 in four ejidos located south of the municipality of Tepeaca, state of Puebla (Mexico): Candelaria Purificación, San Nicolás Zotapetlayoca, San Hipólito Xochilténango, and Santa María Oxtotipán, Hereinafter: Candelaria, San Nicolás, San Hipólito, and Santa María. These ejidos are located around the intersection of coordinates 18° 56' 28.92" N and 97° 52' 03.23" W, at 2150 m. The climate in the area is temperate subhumid with rains in summer; 15.5 °C average annual temperature, and 747 mm average annual precipitation (INEGI, 2000; 2011).

In the municipality of Tepeaca, INEGI (2011) reports seven soil units: Chernozem, Calcisol Durisol, Phaeozem, Leptosol, Fluvisol, and Cambisol, and the first two are dominant. However, the producers have their own classifications, which they systematized along with the class mapping system Tierras Campesinas (Ortiz *et al.*, 1990). To this end, we held participatory workshops with ejidatarios, to develop a soil class-map that included their peasant vision. Field trips with producers in each Ejido served to verify their classification, as they indicated the boundaries of each type of land class.

The borders of those soil classes were drawn on 2018 Google Earth satellite images to generate a base map, and a digital map with ArcGis 10.5 (ESRI, 2017). Soil samples were collected to determine the texture and calcium carbonate content, but these maps are not included in this paper. Topography at the study area is flat, with a slight slope towards the southeast (less than 10%); with a marked elevation

marcada en la parte media con pendientes de 30 a 45%. La ubicación predominante de las parcelas agrícolas es en las zonas planas y los asentamientos humano y servicios en la zona de mayor pendiente. En esta última está Barranca del Águila, donde fluye un río que nace en las faldas de La Malinche y su agua se utiliza desde hace para la agricultura de riego.

La historia del uso de las tierras se revisó en la literatura. Para conocer los cambios más recientes, se realizaron talleres participativos y se encuestó a los productores. Con esa ayuda se identificaron los principales patrones de cultivo y las prácticas de manejo, que expliquen las causas de la alteración de la calidad del suelo, y los principales patrones de cultivo. El cuestionario diseñado *ex profeso* permitió recopilar información acerca de: prácticas históricas de agricultura; cambios en los patrones de cultivo; cultivos que se siembran en la región de estudio; cómo definen los productores qué cultivo sembrar; cómo agrupar los cultivos y la forma en que se siembran; los cambios ocurridos después de la construcción de los pozos (Montero, 2008) y el establecimiento de canales de comercialización de los productos del campo.

Estas variables definen las prácticas socio-técnicas actuales y ayudan a entender el estado actual del suelo. El cuestionario socio-técnico se aplicó a 65 productores clave y a autoridades ejidales de Santa María (15), San Hipólito (19), Candelaria (20) y San Nicolás (11). Los encuestados eran productores en activos, con actividad continua, fuesen o no ejidatarios, habitantes en el área de estudio y con acciones directas en el recurso para la producción y sobre la tierra. Hubo personas que aun siendo ejidatarios no trabajaron sus tierras, las dieron en renta o establecieron convenios de participación con los trabajadores en activos, y no se incluyeron en la encuesta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Información histórica

Los resultados de revisión de la historia y las encuestas se presentan en el Cuadro 1. Los ejidos San Hipólito y Santa María fueron asentamientos agrícolas prehispánicos. En San Hipólito hay evidencias de galerías filtrantes y canales de riego, que datan de la época anterior a la llegada de los españoles (Medina *et al.*, 2016) y permanecen hasta hoy. La fuente principal de agua era el río Barranca del Águila (Montero, 2008). Las galerías se habrían construido para favorecer la captura de agua de los manantiales que emanaban todo el año. Los canales conducían agua de riego. El agua de la Barranca del Águila permitió la diversificación de las siembras y el establecimiento de más de un ciclo de cultivo por año desde aquellas épocas. Esta región proveía hortalizas a Tepeaca,

in the middle section with slopes of 30 to 45%. The predominant location of those agricultural plots is in the flat areas, and the human settlements, and services are located in the steepest area. The latter corresponds with Barranca del Aguila, where a river flows from the slopes of mount La Malinche, these waters are used per centuries for irrigated agriculture.

The history of land use was reviewed in available literature. In addition, we held participatory meetings with producers, and a survey was applied to learn about the most recent changes. With this help, the main cultivation patterns and management practices identification was possible, which helped explain the causes of soil quality alteration, and the main cultivation patterns. The particularly designed questionnaire made it possible to collect information about historical agricultural practices; changes in cropping patterns; crops grown in the study region; how producers define which crop to plant; how to group crops and how they are grown; the changes that occurred after the construction of the wells (Montero, 2008); and the establishment of marketing channels for farm products.

These variables define current socio-technical practices and help to understand the current state of the soil. The socio-technical questionnaire was applied to 65 people, joining key producers, and the authorities of Ejidos Santa Maria (15), San Hipolito (19), Candelaria (20) and San Nicolas (11). The respondents were active producers, with continuous activity, whether they were ejidatarios (land tenants at their Ejido) or not, inhabitants in the study area, and with direct activities on resources and lands for production activities. Some people did not work their lands, even though they were ejidatarios. Instead they gave lands for rent, or established participation agreements with other active workers; those people was not included in our survey.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Historical information

Historical review and survey results are shown at Table 1. The ejidos San Hipolito and Santa Maria were pre-Hispanic agricultural settlements. In San Hipolito, there is evidence of filtering galleries, and irrigation channels dating from before the Spanish arrival (Medina *et al.*, 2016) that remain to this day. The main source of water was the Barranca del

**Cuadro 1. Datos históricos de Santa María, San Hipólito, Candelaria y San Nicolás.**  
**Table 1. Historical data of Ejidos, Santa Maria, San Hipolito, Candelaria, and San Nicolas.**

Ejido	Candelaria	San Nicolás	San Hipólito	Santa María
Año de constitución <sup>†</sup>	1926	1918	1917	1918
Superficie total <sup>‡</sup>	304.9 ha	267.5 ha	500 ha	466.4 ha
Área parcelada <sup>‡</sup>	266.7 ha	229 ha	454.2 ha	318.8 ha
Dotación/ ejidatario	2.5 ha	2 ha	2 ha	4.5 ha
Riego agua pozos <sup>§</sup>	1980	1980	Canales de 1520 <sup>b</sup>	1980
Cultivos <sup>¶</sup>	1530	Se desconoce		1530
Milpa <sup>††</sup>	1926	1918		1918
Hortalizas (inicio)	1980-90	1980-90	<1500	1980-90
Flores (inicio)	1990	2000	1990	2000

<sup>†</sup>Información del Registro Agrario Nacional (RAN, 2018). <sup>‡</sup>Información del Plano del Ejidal. Los datos de superficie parcelada, obtenidos de los planos ejidales, no corresponden con el área real actual de las parcelas del ejido, debido a que ha cambiado el tipo de uso de agrícola a urbano. <sup>§</sup>Información directa de los productores. Año aproximado de cambio en los patrones de cultivo. <sup>b</sup>Medina *et al.* (2016). <sup>¶</sup>Según Grosso (1996) estos cultivos eran maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum aestivum*) y chile (*Capsicum annuum*). <sup>††</sup>Según la información de los productores, la milpa tenía maíz, frijol (*Phaseolus vulgaris*), haba (*Vicia faba*) y calabaza (*Cucurbita pepo*), productos de la dieta de la población local. <sup>♦</sup> <sup>†</sup>Information from the Registro Agrario Nacional (RAN, 2018). <sup>‡</sup>Information on the Ejido Plan maps. The parceled surface data obtained from the ejido plans do not correspond to the current ejido parceled area, because the type of land use has changed from agricultural to urban. <sup>§</sup>Direct information from producers. Approximate year of change in cropping patterns. <sup>b</sup>Medina *et al.* (2016). <sup>¶</sup>According to Grosso (1996), these crops were maize (*Zea mays*), wheat (*Triticum aestivum*), and chili (*Capsicum annuum*). <sup>††</sup>According to the information of the producers, the *milpa* cultivation included maize, beans (*Phaseolus vulgaris*), broad beans (*Vicia faba*), and squash (*Cucurbita pepo*), all of them products in the local population diet.

donde funciona desde hace varios siglos el tianguis más importante de nuestro país (Yanez, 1991).

Segura de la Frontera Tepeaca se fundó 1520, como segunda ciudad española de México (Martínez, 1984). Las primeras haciendas se establecieron entre 1539 y 1602 (Vélez, 1993). Aún están los cascos de las haciendas Candelaria (ahora ejido Candelaria) y Santa María (ahora, los ejidos de Santa María y San Hipólito), que producían maíz, trigo y chile (Grosso, 1996).

Del ejido de San Hipólito se supone que ha tenido una agricultura de riego desde épocas pre-hispánicas. Los ancianos recuerdan que antes de la perforación de los pozos, ya producían jitomate (*Solanum lycopersicum*), zanahoria (*Daucus carota*), chile (*Capsicum annuum*), cebolla (*Allium cepa*) y algunas flores. En contraste, los demás ejidos mantuvieron una agricultura de temporal, con cultivos básicos y milpa (maíz, frijol, haba y calabaza integrados) hasta que realizaron la perforación de los pozos para riego. Entre 1970 y 1980 el Estado promovió la producción de hortalizas y paquetes tecnológicos que fomentaron el uso de fertilizantes y pesticidas en la región (Lugo *et al.*, 2010).

Aguila River (Montero, 2008). The galleries favored the capture of water from the springs that emanated year-round. The channels carried irrigation water. The water from the Barranca del Aguila allowed the diversification of crops, and the establishment of more than one crop cycle per year since those times. This region supplied vegetables to Tepeaca, where the most important street market in our country has operated for several centuries (Yanez, 1991).

“Segura de la Frontera Tepeaca” was founded in 1520, as the second Spanish city in Mexico (Martínez, 1984). The first haciendas (huge land extensions with a single land owner) were established between 1539 and 1602 (Vélez, 1993). There, the hulls remain of haciendas, La Candelaria (now Ejido Candelaria), and Santa Maria (now Ejido Santa Maria and Ejido San Hipolito); which produced maize, wheat and chili (Grosso, 1996).

Ejido San Hipolito is supposed to have had irrigated agriculture since pre-Hispanic times. The elders remember that before drilling the wells, they already produced tomatoes (*Solanum lycopersicum*), carrots (*Daucus carota*), chili (*Capsicum annuum*), onion (*Allium cepa*), and some cut flowers.

Los agricultores mencionaron una práctica común en la antigüedad, el “enlamado o barranqueo”, consistente en inundar cada año las parcelas con agua con sedimentos provenientes de las zonas altas de la barranca, para mantener la fertilidad de los suelos (CONAGUA, 2018). Hoy el “enlame” ya no se realiza, porque el agua de la barranca contiene aguas residuales que emite la población asentada en sus bordes, por tanto, aquella práctica tradicional sería perjudicial para la calidad del suelo. También ha disminuido la práctica del estercolado. Antes las familias tenían animales de traspatio, borregos (*Ovis aries*), vacas (*Bos taurus*), marranos (*Sus scrofa domesticus*), y gallinas (*Gallus gallus domesticus*), y cada año aplicaban el estiércol seco a sus parcelas. Hoy, tienen pocos animales, por lo que la cantidad de estiércol disponible ha disminuido.

En el pasado los agricultores de estos ejidos vendían o intercambiaban sus productos excedentes en el tianguis de Tepeaca, hoy lo hacen en “La Central de Abasto de Huixcolotla”, el centro de comercialización de productos agrícolas más importante de la región (Arvizu *et al.*, 2014), el cual atrajo a comercializadoras de agroquímicos que introdujeron insumos agrícolas nuevos y transformaron las prácticas socio-técnicas de los productores, al hacerlas más intensivas. Esto explica muchas formas del manejo actual de las parcelas. Otros cambios ocurridos en esas comunidades en décadas recientes se manifiestan en el aumento de la migración hacia los Estados Unidos, la diversificación de actividades económicas en la región y la disminución del porcentaje de familias que se dedican a las actividades del campo.

### Clasificación de tierras campesinas

La aplicación de la tipología de Tierras Campesinas (Ortiz *et al.*, 1990; Ortiz y Gutiérrez, 2001) mostró la existencia de tres tipos de tierras dominantes en los ejidos: Oscuros, Nextlales y Arenosos-fuertes. Cuadro 2.

#### Obscuros

Esta clase de tierra predomina en el ejido de Santa María, que está en una posición topográficamente superior respecto a los otros tres ejidos. El contenido menor de carbonatos los hace más oscuros en

In contrast, other ejidos maintained seasonal agriculture, with basic crops and milpa (integrating maize, beans, broad beans, and squash) until they drilled the irrigation wells. Between 1970 and 1980, the State promoted the production of vegetables, and technological packages that introduced fertilizers and pesticides in the region (Lugo *et al.*, 2010).

The farmers mentioned a common practice in ancient times, “*enlamado* or *barranqueo*” technique, consisting of flooding the plots each year with water with sediments from the high areas of the ravine to maintain the fertility of the soils (CONAGUA, 2018). Nowadays, the “*enlamado*” is no longer carried out because the water in the ravine contains wastewater from the population settlement on its edges; therefore, that traditional practice would be detrimental to the soil quality today. The practice of adding manure has also decreased. In the past, families had backyard animals, sheep (*Ovis aries*), cows (*Bos taurus*), pigs (*Sus scrofa domesticus*), and chickens (*Gallus gallus domesticus*), and each year they applied dry manure to their plots. Today, they have few animals, so the amount of manure available has decreased.

In the past, these ejido farmers sold or exchanged their surplus products in the Tepeaca market. Today they do so in “La Central de Abasto de Huixcolotla”, the most important commercial center of agricultural products in the region (Arvizu *et al.*, 2014). This commercial center attracted agrochemical marketers who introduced new agricultural inputs, and transformed the socio-technical practices of producers by making them more intensive. The latter explains many forms of current parcel management. Other changes in these communities occurring in recent decades are the increase in migration to the United States, the diversification of economic activities in the region, and the decrease in families percentage committed to rural activities.

### Classification of peasant lands

The application of the land typology “Tierras Campesinas” (Ortiz *et al.*, 1990; Ortiz and Gutiérrez, 2001) showed the existence of three dominant types of lands in the Ejidos: Dark (Obscure), Nextlales, and Strong sands (Table 2).

**Cuadro 2. Promedio de las características intrínsecas de las tierras campesinas clasificadas en los ejidos Santa María, San Hipólito, Candelaria y San Nicolás.<sup>†</sup>**

**Table 2. Mean value of the intrinsic characteristics of the peasant lands classified in the ejidos Santa María, San Hipolito, Candelaria and San Nicolas.<sup>†</sup>**

Tipo de suelo	Profundidad	Concentración de CaCO <sub>3</sub>	Textura
	Metros	%	-
Obscuros	> 3	4.23	Franca
Nextlales	< 0.5	17.75	Franco arenosa
Arenosos-Fuertes	1.5	6.91	Franca - Franco arcillosa

<sup>†</sup>X. Castillo realizó estos análisis. ❖ Analyses carried out by the first author.

comparación con los otros dos tipos de suelos definidos; los oscuros son profundos (más 3 m) y con textura franca; y con buen manejo, su productividad es media- alta.

### Nextlales

Este segundo tipo se ubica en las laderas de los ejidos de Santa María y San Hipólito, y las tierras corresponden con las áreas periurbanas o áreas de uso común donde se mantiene el “monte” o vegetación nativa. Los suelos son poco profundos (menos de 0.5 m) y en algunas áreas aflora roca caliza (tepetate blanco). La concentración de carbonatos promedio es 17.7 %; en esta clase de tierras existen pocas parcelas agrícolas. Los productores consideran que tienen fertilidad baja y los cultivos se “amarillan”. El ejido Candelaria está en la zona norte y las tierras se caracterizan por tener un color blanquecino.

### Arenosos-fuertes

Estas tierras predominan en la zona baja de la región de estudio, en los tres ejidos; son de textura franca a franco arcillosa al avanzar la pendiente hacia el sureste. Los agricultores relacionan este cambio de textura con la práctica antigua de “enlamar o barranquear”. La profundidad promedio de este suelo es 1.5 m y se considera de productividad mediana a alta, si el manejo es correcto.

### Estado actual de los sistemas agrícolas

Los resultados de las encuestas socio-técnicas y la clasificación de los patrones de cultivo representativos

### Dark (Obscure)

This type of land predominates in the Santa Maria ejido, which is in a topographically superior position compared to the other three ejidos. The lower carbonate content makes these soils darker compared to the other two defined soil types. These dark ones are deep (more than 3 m), and with a loamy texture; also, with good management their productivity is medium-high.

### Nextlales

This second type of soil is found on the slopes of Ejido Santa Maria and Ejido San Hipolito. These lands correspond to suburban areas or common use areas, where “wild” or native vegetation is maintained. The soils are shallow (less than 0.5 m) and limestone rock (white *tepetate*) is apparent. The average carbonate concentration is 17.7%; few agricultural plots exist in this land class. Producers consider that they have low fertility and the crops “turn out yellow”. Ejido La Candelaria is in the northern zone, and its lands show whitish color.

### Strong sands

These lands predominate in the lower zone of the study region, in the three ejidos. They have a loamy to clay loam texture as the slope advances to the southeast. Farmers relate this change in texture to the ancient practice of “enlamado” (flooded with upriver sediments). The average depth of this soil is 1.5 m, and its productivity is medium to high, if the management is correct.

del área de estudio se describen a continuación. En Candelaria hay 121 ejidatarios, 220 en San Nicolás, 303 en San Hipólito y 103 en Santa María (RAN, 2018). Pero el número de productores activos y que viven en la comunidad, es mucho menor. Como ejidatarios, avendados y posesionarios están registradas 1095 personas, número que contrasta con el total de productores activos (333), esto es, menos de un tercio de los inscritos son productores activos (RAN, 2018). Los que no se dedican al campo son personas de edad avanzada que han cedido sus derechos ejidales, solo 48% de los productores activos son ejidatarios. Este hecho es importante porque las decisiones acerca del rumbo y futuro del ejido se toman en las juntas ejidales, y solo tienen voz y voto los ejidatarios; lo cual deja fuera la opinión de algunos productores activos que no lo son.

La edad promedio de los productores activos fue 43.4 años (en un intervalo de 21 a 72 años) con la secundaria como escolaridad promedio, y se encontró que existe una relación inversa entre edad y escolaridad. La agricultura en estos ejidos es una actividad familiar, donde los miembros de la familia participan de forma permanente o temporal. El 87% de los productores realiza otra actividad económica, aparte de la agricultura. Los oficios registrados fueron: 1) panadero, albañil, mecánico, carpintero, yuntero, jornalero, etc.; y 2) trabajo asalariado como operador de autobús, maestro o ayudante en alguna empresa o empacadora. Este hecho impide que esos productores dediquen todo su tiempo a las actividades del campo. Solo 12% de los productores tuvo como actividad económica única la agricultura, y fue también el tipo de productor que sobresalió por buscar la innovación en su forma de producir.

Los productores no ejidatarios (48%) trabajaron las tierras de sus padres o de algún familiar. En ocasiones, tomaron en renta tierras de otros ejidatarios que no se dedicaron a la agricultura, o trabajaron en acuerdos "apalabrados", y compartieron gastos de producción y terreno ("trabajo a medias"). El 64% de productores encuestados, trabajó terrenos rentados o "a medias" o ambos. Este tipo de acuerdos se realizan por ciclo agrícola o por año.

La superficie promedio trabajada por cada productor varió entre 1 y 7 ha. La superficie de trabajo en relación con la dotación original disminuyó, por el aumento del número de productores en la comunidad y de personas de otras comunidades que

### The current state of agricultural systems

The socio-technical surveys and the classification of the representative cultivation patterns of the study area are as follow. Regarding the number of ejidatarios (land tenant peasants), there are 121 in Ejido La Candelaria; 220 in Ejido San Nicolas; 303 in Ejido San Hipolito; and 103 in Ejido Santa Maria (RAN, 2018). However, the number of active producers living in the community is much lower. There is a total of 1095 registered as ejidatarios, community dwellers, or "possessors" (with land use rights) but this number contrasts with the total number of active producers (333). That is, less than a third of those registered as ejidatarios are active producers (RAN, 2018). Those not actively working in the fields are older adults who have given up their ejido rights; only 48% of the active producers are ejidatarios. This fact is important because decisions on direction and future management of the Ejido are responsibility of the Ejido Commissariat. Only the ejidatarios have voice and are able to vote, leaving out the opinion of some active producers who are not formally registered as ejidatarios.

The average age of the active producers was recorded as 43.4 years (the interval from 21 to 72 years), with junior high (secondary) as the average schooling grade. We found an inverse relationship between age and schooling. Agriculture in these ejidos is a family activity, where family members participate permanently or temporarily. The 87% of the producers work in another economic activity, besides agriculture. These recorded works were: 1) baker, bricklayer, mechanic, carpenter, guider of a yoke of oxen, laborer, etc.; and 2) employers as public transport driver, teacher, or assistant in a packing facility. This fact prevents these producers from dedicating all their time to land activities. Only 12% of producers had agriculture as their sole economic activity, and it was also the type of producer remarkable for seeking innovation in their ways of production.

Producers classified as non-ejidatario (48%) worked the land that belong to their parents or another relative. They often rented land from other ejidatarios who were not engaged in agriculture production, or they worked through verbal agreements (honoring the given word), sharing land and production costs. These agreements are called "half-labor"; 64% of

toman en renta tierras agrícolas; y porque el agua de los pozos no alcanza para regar una superficie mayor. Por el tamaño de la superficie trabajada se trata de ejidos con pequeñas unidades de producción. Según INEGI (2007), en México las unidades de producción menores a 5 ha representan 67.8% de las unidades pequeñas con actividad agropecuaria o forestal en el país, y aportan cerca 39% de la producción agropecuaria nacional (IICA, 2013).

### Manejo del recurso agua con fines agrícolas

El agua de riego para uso agrícola proviene de 16 pozos, se distribuye por compuertas, canales o tuberías hasta las parcelas, y se riega por gravedad. El ejido Candelaria, además usa agua residual de Tepeaca. San Hipólito y San Nicolás usan, en ocasiones, agua de la Barranca del Águila que recibe descargas no tratadas de drenajes de pueblos ubicados río arriba. Para el manejo del agua de los pozos los productores están organizados en sociedades, mismas que se constituyeron desde el momento en que realizaron los trámites de su perforación (Cuadro 3). Cada miembro de las sociedades tiene acciones de agua (riego). Por cada acción se pagan cuotas mensuales para el mantenimiento del pozo

the surveyed producers worked on rented lands, or “half-labored”, or both. The typical types of these agreements are per agricultural cycle or per year.

The average area worked by each producer varied between 1 and 7 ha. Labored areas compared to the original endowment decreased due to the increase in the number of producers in the community, and the number of people from other communities who rent agricultural lands. Also because the water in the wells is not enough to irrigate a larger surface. Regarding the size of labored area, ejidos in this study are formed by small production units. According to INEGI (2007), in Mexico, the production units of less than 5 ha represent 67.8% of the small units with agricultural or forestry activity in the country. They contribute with about 39% of the national agricultural production (IICA, 2013).

### Management of water resources for agricultural purposes

Irrigation water for agricultural use comes from 16 wells, is distributed through gates, channels, or pipes to the plots, and is supplied by gravity. The ejido Candelaria also uses residual water from

**Cuadro 3. Datos de los pozos de riego de los ejidos de Santa María, San Hipólito, Candelaria y San Nicolás.<sup>†</sup>**  
**Table 3. Data of the irrigation wells of the Ejidos: Santa Maria, San Hipolito, Candelaria and San Nicolas.<sup>†</sup>**

Ejido	Pozos	Gasto	Socios	Turno horas	Extracción según título, m <sup>3</sup> a <sup>-1</sup>
Santa María	A.U.R. Soc. de Ejidat. Sta. María Oxtotipan Bet-7, AC	8"	52	12	436 665
	A.U.R. Oxtotipan Bet-8 AC.	8"	58	12	557 928
	Sector producción 2, AC.	5"	22	12	180 000
	Las Flores Cornejal, SPR-RI	8"	-	6	423 000
	Produc. Rurales Oxtotipan, SPR-RL	8"	-	6	400 000
San Hipólito	U. R. para desarrollo rural Oxtotitlan SPR-RL	8"	-	6	576 000
	Pozo Vargas San Hipólito, SPR-RI	6"	60	6	240 000
	Pozo Agua Bendita, SPR-RI	7"	59	6	300 000
Candelaria	Pozo Agua Azufrada, SPR-RI	5"	170	6	220 224
	UR Candelaria Purificación, Pozo SPR-RL	6"	64	12	266 112
	El Garciluz, SPR-RI.	6"	43	12	90 720
San Nicolás	Pozo 3 San Isidro, SPR-RL	5"	56	12	180 000
	R. Huerta R. y Ma. A. Gamboa M.	6"	-	12	27 833
	Pozo 1 San Nicolás Zoyapetlayoca, SPR-RI.	5"	36	12	108 000
San Nicolás	Sociedad El Colorín Pozo 2, SPR-RI.	5"	22	12	150 000
	Pozo 3 Zoyapetlayoca, SPR-RI.	5"	21	12	246 000

<sup>†</sup>Datos obtenidos de las encuestas y los talleres participativos. (-) no se cuenta con el dato. Información obtenida del Registro Público de Derechos de Agua (CONAGUA, 2019). ♦ <sup>†</sup>Data obtained from surveys and participatory workshops. (-) data not available. Information obtained from the Registro Público de Derechos de Agua (CONAGUA, 2019).

y para el pago del servicio de consumo de luz para la extracción de agua. Por ejemplo, en el año 2019, la cuota osciló entre \$180 y \$500 MXN (8.96 – 24.91 USD), según el número de miembros de cada sociedad.

Una acción de agua es el derecho que tienen los productores para regar una hectárea durante un turno de agua, cuya duración varía en función del volumen de agua que se extrae del pozo. El tiempo que transcurre en repetir turno, depende del número de miembros de la sociedad. Por ejemplo, el Pozo 1 del ejido Candelaria tiene 64 miembros, los turnos son de 12 h, el cambio se realiza a las 07:00 y 19:00 h, y tarda 32 d para que el agua de riego se suministre de nuevo a cada productor. Los pozos funcionan las 24 h del día, los 365 d del año. La profundidad de los pozos varía de 80 a 100 m y aumenta en modo progresivo con los años, debido a la disminución del espejo del agua. Los propietarios de las acciones de riego pueden vender su acción; su costo promedio en el 2019 fue de 80 mil pesos y la venta depende de la aceptación del comprador por la sociedad. Los propietarios de las acciones de agua también pueden vender horas de sus turnos, o sus turnos completos, a otros productores que lo soliciten. La hora de riego en 2019 costó entre \$100 y \$300 pesos, y 56% de los productores encuestados compraron agua.

Entre los ejidos hay diferencias en el uso y manejo del agua para fines agrícolas. En Santa María, el de mejor situación, el agua alcanza para todas las parcelas y no utiliza agua residual, pero 45% de los productores encuestados compra agua. Posee 100% de canales entubados e hidrantes para que el agua entre a las parcelas. Este ejido tiene seis pozos: Bet 7 y Bet 8 sus socios son los ejidatarios que riegan 52 y 58 ha, respectivamente; los otros cuatro se ubican en el sector de producción 2. Sólo uno de ellos lo usan los productores para labores agrícolas; el agua de las tres restantes se vende a gente del pueblo y a productores de los ejidos de San Hipólito y San Nicolás.

El ejido Candelaria tiene cuatro pozos, uno de ellos con la mitad de la línea de distribución entubada, el agua restantes se distribuye por canales 50% revestido. El 30% de los productores de este ejido compran agua y 52% usa agua residual, sobre todo en temporada seca y de calor (marzo a mayo), que se usa para regar flores. El agua residual viene de la cabecera municipal de Tepeaca y la utilizan desde hace 20 años. Algunos productores de flores mencionaron

Tepeaca. San Hipólito and San Nicolás sometimes use water from the Barranca del Águila, that receives untreated discharges from drains of towns located upstream. For the water management from dwells, the producers organized themselves into associations, established from the moment they drilled those wells (Table 3). Each member of the society has shares of water (irrigation). They pay monthly fees for each share to maintain the wells, and to pay the electricity consumption service for the extraction of water. The fee ranged between \$ 180 and \$500 MXN pesos (8.96 - 24.91 USD), depending on the number of members in each association in 2019.

A water share is a right that producers have to irrigate one hectare during a water shift, the duration of which varies depending on the volume of water drawn from the well. The time that passes in repeating turn depends on the number of members of the society. For example, Well 1 of La Candelaria ejido has 64 members, the shifts are every 12 h, at 07:00 and 19:00 h, and it takes 32 d for the irrigation water to return to each producer. The wells are working 24 h per day, 365 d a year. The wells depth varies from 80 to 100 m and it increases progressively over the years due to the water table decrease. Irrigation shareholders can sell their share; average cost in 2019 was \$80 000 MXN pesos, and the sale depends on the association accepting the buyer. The water share owners can also sell hours of their shifts, or their entire shifts, to other producers who request them. The irrigation hour in 2019 cost between \$100 and \$300 MXN pesos; 56% of the surveyed producers bought water.

Among the ejidos there are differences in the use and management of water for agricultural purposes. In Santa María, the one in the best condition, the water is enough for all the plots and wastewaters are not used, 45% of the surveyed producers buy water. It has 100% piped channels and hydrants for water supply to the plots. This ejido has six wells: Bet 7 and Bet 8. Its partners are the ejidatarios, who irrigate 52 and 58 ha, respectively; the other four wells are in production sector 2. Only one of them provides water to the producers, for their agricultural work. The water from the remaining three wells is sold to townspeople and producers from Ejido San Hipólito and Ejido San Nicolás.

The Candelaria ejido has four wells, one of them with half of the distribution line piped, the

que solo usan esta agua para cubrir todas las necesidades hídricas de sus cultivos, y reconocen que aporta nutrientes al suelo.

En el ejido de San Hipólito hay tres pozos y el agua no alcanza para regar todas las parcelas y hay algunas que ya no se trabajan. Los productores (54%) compran agua de los pozos de Santa María. San Hipólito ocupaba agua de la Barranca del Águila para regar, pero desde hace 20 años las descargas de drenajes río arriba contaminan y dañan a los cultivos. Sin embargo, a pesar del riesgo, la siguen usando de forma esporádica cuando es muy necesario.

El ejido de San Nicolás tiene tres pozos y el agua que extraen no alcanza para regar todas las parcelas, por ello 28% de las parcelas se trabaja solo con régimen de temporal y 57% de los productores compra agua a los accionistas de los pozos del ejido de Santa María. En este ejido también se ocupa el agua de la Barranca del Águila, como en San Hipólito, y se ha observado daños a los cultivos.

Los resultados de las encuestas y entrevistas arriba descritas, muestran que uno de los problemas principales de estos ejidos es la escasez del agua para uso agrícola, en particular durante las épocas de mayor demanda. Dos situaciones son evidentes. La primera, que el incremento de la población en los ejidos ha creado una demanda agregada de agua para uso doméstico y con ello ha disminuido el agua para la agricultura, fenómeno que no es exclusivo de esta zona. La segunda reflexión es que existe una ausencia de una normativa que impida que se comercialice el agua de los pozos perforados; la perforación muchas veces se hace con dinero fiscal, y los pozos se entregan en dominio a los productores.

### **Cultivos actuales**

Otro tema analizado en los talleres fue la demanda de insumos para los cultivos y los costos de su adquisición por hectárea y ciclo. Estos costos van de 5 mil (zempoalxóchitl) hasta 70 mil pesos (ajo). La estimación consideró el costo de la semilla o plántula, costo de fertilizantes, los productos para el control de plagas y enfermedades, así como otros insumos foliares y mano de obra para realizar las actividades específicas del cultivo. Las categorías de costo se clasificaron en función de la demanda de insumos en: Baja, Baja-Media, Media, Media-Alta, Alta.

remaining water is distributed through channels 50% lined. Near 30% of the ejido producers buy water, and 52% use wastewaters, especially in the dry and hot season (March to May), used to water cut flowers cultivation. The wastewater comes from the Tepeaca Municipality and has been in use for 20 years. Some flower growers mentioned that they only use this water to cover water needs to all their crops and recognize that it provides nutrients to the soil.

There are three wells in the San Hipolito ejido, and the water is not enough to irrigate all the plots, and some land is no longer under production. Producers (54%) buy water from wells in Santa Maria. Ejido San Hipolito also used water from the Barranca del Aguila to irrigate, but for the past 20 years, upstream drainage discharges have contaminated and damaged the crops. However, despite the risk, producers continue to use this water sporadically, when it is indispensable.

The San Nicolas ejido has three wells, and the water they extract is not enough to irrigate all the plots. Therefore, 28% of the plots produce only temporarily (rainfed), and 57% of the producers buy water from Santa Maria wells shareholders. This ejido, as it occurs at San Hipolito, also uses water from the Barranca del Aguila, and producers report crop damage.

The results of the surveys and interviews described above show that one of the main problems of these ejidos is the scarcity of water for agricultural use, particularly during times of most significant demand. Two situations are obvious. The first is that the increase in the population in the ejidos has created an aggregate demand for water for domestic uses, and water for agriculture has decreased, this phenomenon is not exclusive to this area. The second circumstance is that there is an absence of a regulation that prevents the water from drilled wells from being marketed. Money for drilling the wells proceeded from governmental taxes revenue, but the use of wells commission is under producers' control.

### **Current crops**

Crops inputs demand and production costs per hectare and crop cycle was another topic analyzed in the workshops. These costs range from \$5000 (zempoalxóchitl) to \$70 000 MXN pesos (garlic).

## Costo bajo

En esta categoría se ubicó a los cultivos para los cuales por lo regular no se requiere comprar semilla o plántula; sino que se obtienen de siembras previas, o se intercambian, o proceden de la compra-venta que se realiza entre los productores. Estos cultivos no se fertilizan o se fertilizan muy poco, y los insumos para realizar el control de plagas y enfermedades es bajo. Los cultivos en esta categoría son huazontle, haba, rábano, betabel, y flores. En esta categoría la demanda de insumos va de \$5000 a \$20 000 pesos por hectárea y ciclo, por la duración corta de los cultivos.

## Costo medio

Aquí se ubicó la mayoría de las hortalizas y algunas flores, ya que se requiere comprar semillas o plántulas cada dos o tres ciclos para evitar el deterioro genético, aunque en ocasiones se obtiene de cultivos anteriores. Esta categoría de cultivos utiliza cantidad mayor de fertilizantes e insumos para el control de plagas y enfermedades. La inversión requerida varía de 30 mil a 60 mil pesos por hectárea y ciclo

## Costo alto

Los cultivos en esta categoría utilizan una cantidad mayor de insumos. La semilla es más cara o requiere un trabajo especial para su cultivo, como el caso del epazote y del ajo. La inversión es mayor a \$60 000 pesos por hectárea y ciclo. La cantidad de fertilizante que aplican los productores depende de la ganancia obtenida en el ciclo anterior (Cuadro 4). Cuando la ganancia es aceptable, los productores compran fertilizante químico y aplican al cultivo y también abono orgánico, o solo este último; pero si la ganancia es baja, o sufren pérdidas por precios bajos de productos o por siniestro de los cultivos, entonces gastan menos en la compra de fertilizantes y dan prioridad a la compra de semillas o plántulas, pago de jornales, compra de pesticidas para el control de plagas y enfermedades. Los agricultores no realizan análisis de suelo ni cuentan con asesoría técnica para la toma de decisiones sobre el manejo nutrimental de sus cultivos.

En los cultivos que tienen un costo bajo los productores aplican entre 0 a 100 kg de fertilizante por ha y se utilizan los más económicos (urea y sulfato de

The estimate considered costs of the seed or seedling; cost of fertilizers; products for the control of pests and diseases; and other foliar inputs and labor to carry out crop specific activities. We classified the costs into categories, according to input demand, as Low, Low-Medium, Medium, Medium-High, High.

## Low cost

This category belongs to the crops for which it is not usually necessary to buy seeds or seedlings. Instead, they come from previous sowings, exchanges, or purchases at sales done by the producers. These crops are not, or very little fertilized; and the inputs for pest and disease control are low. Crops in this category are huazontle, broad bean, radish, beet, and cut flowers. The input demand ranges from \$5000 to \$20 000 MXN pesos per ha and cycle, due to the short duration of these crops.

## Average cost

Most of the vegetables and some cut flowers fell in this group of crops. Because it is necessary to buy seeds or seedlings every two or three cycles to avoid genetic deterioration, although sometimes seeds are obtained from previous crops. This category of crops uses a more significant amount of fertilizers and inputs to control pests and diseases. The investment required varies from \$30 000 to \$60 000 MXN pesos per hectare and cycle.

## High cost

Crops in this category use a more significant amount of inputs. The seeds are expensive, and plants require unique work for their cultivation, as in epazote and garlic. The investment is higher than \$60 000 MXN pesos per hectare and cycle. The amount of fertilizer applied by producers depends on profit from the previous cycle (Table 4). When the profit is acceptable, the producers buy chemical fertilizer or organic fertilizer and apply it to the crop. However, if the profit is low, or they suffer losses due to low prices of products or loss of crops, then they spend less money on the purchase of fertilizers. They give priority to the acquisition of seeds or seedlings, payment of wages, and purchase of pesticides for the control of pests and diseases. Farmers do not perform

**Cuadro 4. Aproximación de la cantidad de fertilizante aplicada según la clasificación propuesta de demanda de insumos en los ejidos de Santa María, San Hipólito, Candelaria y San Nicolás.**

**Table 4. Approximate amount of fertilizer applied according to the proposed classification of input-demand in the ejidos Santa María, San Hipolito, Candelaria and San Nicolas.**

Demanda de insumos	Cantidad aplicada de fertilizante por ha <sup>†</sup>	Fuentes principales <sup>‡</sup>
Baja	0 - 100 kg	Urea, Sulfato de amonio
Media	300 - 500 kg	Urea, Sulfato de amonio, DAP, MAP, Fosfonitro,
Alta	500 - 800 kg	Nitrofoska (12-12-17) Mezclas locales <sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Datos proporcionados en la encuesta socio-técnica. <sup>‡</sup>En las agroquímicas locales venden mezclas preparadas a granel y sin etiqueta, supuestamente diseñadas para diferentes cultivos. ♦ <sup>‡</sup>Data provided in the socio-technical survey. <sup>‡</sup>At local agrochemical stores sell ready-made mixes in bulk and without label, supposedly designed for different crops.

amonio). La cantidad aplicada y fuente de nutrientes usados se juzga deficiente porque no agrega todos los nutrientes que el cultivo demanda. En el caso de los cultivos de costo medio y alto las aplicaciones están en los intervalos de 300 a 500 y 500 a 800 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Para cubrir la demanda nutricional de las plantas, los productores utilizan fertilizantes sólidos, que complementan con fertilizantes líquidos para incorporar micronutrientes.

Los productores no tienen un calendario establecido con anterioridad para definir el o los cultivos a sembrar ni consideran la rotación de los mismos. Para los autores no fue clara la forma en la cual los productores toman sus decisiones, pero se supone que en ello influyen consideraciones como: resultado del ciclo previo, demanda del mercado, disponibilidad de agua y capital disponible. Algo que sería muy conveniente es que especialistas en economía y desarrollo rural profundizaran en esta materia, y las autoridades sectoriales respectivas proporcionararan información oportuna sobre demanda y mercados potenciales que ayuden a los productores en pequeño a tomar decisiones acertadas, en función de su capacidad económica, del mercado y las necesidades regionales.

#### Clasificación de los patrones de cultivo

Como ya se señaló, en los ejidos se producen más de 30 cultivos diferentes (Cuadro 5) principalmente hortalizas y flores de corte. Los productores consideran que los patrones de cultivo están definidos por tres aspectos: 1) inversión requerida por el cultivo, 2)

soil analysis, nor do they have technical advice to make decisions about crop nutritional management.

The producers apply 0 to 100 kg of fertilizer per ha in crops with a low production cost; the cheapest fertilizers in the market are urea or ammonium sulfate. The amount applied and the source of nutrients used are insufficient because they fail to add all the nutrients that crop demands. In medium and high-cost crops, fertilizer applications range from 300 -500 kg ha<sup>-1</sup>, to 500 - 800 kg ha<sup>-1</sup>, respectively. To meet plant nutritional demand, producers use dry fertilizer sources, complemented with liquid fertilizers to incorporate micronutrients.

Producers do not have a previously established calendar to define the crop, or crops to be sown, nor do they consider their rotation. It was not clear to the authors how producers make their decisions, but we assumed that considerations such as the previous cycle results, market demand, water availability, and available capital influence decision making. It would be very convenient for specialists in economics and rural development to delve into this matter. The respective sectoral authorities should provide timely information on demand and potential markets that help small producers make the right decisions based on their economic capacity, markets, and regional needs.

#### Classification of cultivation patterns

As it was already mentioned, more than 30 different crops are produced in the ejidos (Table

**Cuadro 5. Cultivos producidos en los ejidos de Santa María, San Hipólito, Candelaria y San Nicolás, duración y demanda de insumos y de agua.****Table 5. Crops produced in the ejidos (Santa Maria, San Hipolito, Candelaria, and San Nicolas), culture duration, and demand for inputs and water.**

Cultivo	Duración del cultivo	Demanda de insumos	Demanda de agua
		Flores	
Alstromelia ( <i>Alstromelia sp.</i> )	8 meses	Media	Media-Alta
Crisantemos ( <i>Dendranthema sp.</i> )	7-11 meses	Media-Alta	Media-Alta
Nora ( <i>Bellis sp.</i> )	1.5 - 2 a	Baja-Media	Media
Aster ( <i>Aster ericoides</i> )	8-12 meses	Baja-Media	Media
Statice ( <i>Limonium sp.</i> )	8-12 meses	Baja	Media
Clavel ( <i>Dianthus caryophyllus L.</i> )	6-8 meses	Baja-Media	Media
Perrito ( <i>Antirrhinum majus L.</i> )	6 meses	Baja-Media	Media
Cempasuchil ( <i>Tagetes erecta L.</i> )	3 meses	Baja	Media
Terciopelo ( <i>Celosia cristata.</i> )	3 meses	Baja	Media
Alhelí ( <i>Matthiola incana</i> )	4 meses	Baja	Media
Nube ( <i>Gypsophila paniculata</i> )	2.5 meses	Baja	Media
		Hortalizas	
Ajo ( <i>Allium sativum</i> )	5 meses	Alta	Alta
Cebolla ( <i>Allium cepa</i> )	3 meses	Alta	Alta
Apio ( <i>Apium graveolens</i> )	3 meses	Media	Alta
Cilantro ( <i>Coriandrum sativum</i> )	2.5 meses	Media	Alta
Perejil ( <i>Petroselinum crispum</i> )	2.5 - 4 meses	Media	Alta
Lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> )	2.5 meses	Media	Alta
Manzanilla ( <i>Chamaemelum nobile</i> )	2.5 meses	Baja	Alta
Brócoli ( <i>Brassica oleracea var Italica</i> )	2.5 meses	Media	Alta
Col ( <i>Brassica oleracea var. Capitata</i> )	3.5 meses	Media	Alta
Rábano ( <i>Raphanus sativus</i> )	40 d	Baja	Alta
Nabo o Vaina ( <i>Brassica campestris</i> )	3 meses	Baja	Media-Alta
Acelga ( <i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>cicla</i> )	4 meses	Baja	Alta
Betabel ( <i>Beta vulgaris L.</i> )	2.5 meses	Media	Alta
Espinaca ( <i>Spinacea oleracea L.</i> )	40 d	Baja	Alta
Huauzontle ( <i>Chenopodium nuttalliae</i> )	2.5 meses	Baja	Media-Alta
Epazote ( <i>Dysphania ambrosioides</i> )	10 - 12 meses	Alta	Alta
Calabacita ( <i>Cucurbita pepo L.</i> )	3 meses	Media-Alta	Alta
Chícharo ( <i>Pisum sativum</i> )	4 meses	Media	Alta
Ejote ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	3.5 meses	Baja-Media	Alta
Haba ( <i>Vicia faba</i> )	4 meses	Baja	Media-Alta
		Granos y forrajes	
Maíz ( <i>Zea miz</i> )	5 meses	Baja-Media	Media-Alta
Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> )	3-5 a	Baja-Media	Media-Alta

disponibilidad de agua, y 3) comercialización. Con base en lo anterior los patrones de cultivo se clasificaron en: 1) flor de corte, 2) hortalizas de ciclos continuos, y 3) hortalizas con descanso en temporada de secas.

5), mainly vegetables and cut flowers. Producers consider that cultivation patterns are defined by three aspects: 1) investment required by cultivation, 2) water availability, and 3) marketing. Based on the above, we classified the cultivation patterns into 1) cut flowers, 2) vegetables in continuous cycles, and 3) vegetables with land rest in the dry season.

## Flor de corte

En este grupo se clasificaron parcelas con 50% o más del área ocupada para flor de corte. Este patrón se caracteriza porque las parcelas se subdividen para cultivar diferentes flores y por dejar espacio para la siembra de hortalizas con demanda baja en insumos. Algunas parcelas tienen hasta siete divisiones con flores diferentes, lo que genera gran diversidad en los cultivos. El uso de maquinaria agrícola es escaso en este patrón de cultivo, y solo se usa tractor para rasurar o subsolar cuando el suelo está compactado, lo que ocurre menos de una vez al año. Las labores de nivelación, trazo de surco y aporcado se realizan con tracción animal o motocultor. El uso menor del tractor se debe a que el ciclo de cultivo de las flores de corte es más largo y se privilegia el uso de la tracción animal porque facilita el trabajo y las labores agrícolas.

Otra característica de este patrón de cultivo es el uso de agua residual para el riego. Según la encuesta socio-técnica, esto ocurre principalmente en el ejido de Candelaria y en menor medida en San Nicolás y San Hipólito. En Santa María no se usa agua residual (Cuadro 6). Los agricultores consideran que el agua residual agrega nutrientes al cultivo de flores, porque la cantidad de fertilizante que usan es menor que en las hortalizas. Sin embargo, el uso de fertilizantes no es uniforme entre los productores.

Un caso digno de resaltar es el de la flor Nora, en su mayoría producida como cultivo único en parcelas sin subdivisiones, porque demanda poca agua y se recupera rápido después de una helada. Una vez en producción puede cosecharse cada tercer día, y ello permite la generación de ingresos continuos para el productor. Este tipo de conocimiento solo es posible adquirirlo con la participación activa de los productores, ya que por lo común escapa a la observación del técnico.

## Hortalizas de ciclos continuos

El patrón de siembra continua de hortalizas se caracteriza porque los residuos de la cosecha previa se incorporan mediante el paso de rastra, se surca y se vuelve a sembrar o trasplantar otra hortaliza, de inmediato. Ello requiere el uso intensivo de maquinaria agrícola (tres o cuatro veces al año) para realizar esas labores, por lo que las parcelas no se subdividen

## Cut flower

This group includes plots with 50% or more of the area occupied by cut flowers. This group main characteristic is the subdivision of the plots to grow different cut flowers, leaving some space for planting vegetables with low demand for inputs. Some plots have up to seven divisions with different cut flowers, which creates diversity in crop availability. The use of agricultural machinery is scarce in this cropping pattern, and a tractor is used only for dragging or subsoiling when the soil is compacted, which occurs less than once a year. Animal traction or a walking tractor for leveling, furrow tracing, and hilling, are the standard. Tractor lesser use is because the crop cycle of cut flowers is long, and animal traction is favored because it facilitates working and agricultural labors.

Another characteristic of this cropping pattern is the use of wastewater for irrigation. According to the socio-technical survey, this occurs mainly in Ejido La Candelaria and, to a lesser extent, in Ejido San Nicolás and Ejido San Hipólito. Whilst in Ejido Santa Maria, no wastewater is used (Table 6). Farmers consider that wastewater adds nutrients to cut flower crops because the amount of fertilizer they use is less than in vegetables. However, the use of fertilizers is not uniform among producers.

A case worth mentioning is that of the Nora flower, mostly produced as a single crop in plots without subdivisions because it demands little water, and recovers quickly after a frost. Once in production, it can be harvested every third day, allowing the generation of continuous income for the producer. This type of knowledge can only be acquired with producers active participation since it usually eludes observation by a technician.

## Vegetables for continuous cycles

The vegetables continuous planting pattern is characterized by incorporating the previous harvest residues by harrowing, furrowing, and sowing or transplanting another vegetable immediately. This type of management requires the intensive use of agricultural machinery (three or four times per year) to carry out these labors, so the plots are not subdivided to facilitate machinery use. According to the socio-technical survey, 70% of the farmers do not

**Cuadro 6. Uso de agua residual (% del total) para cultivos de flor en los ejidos de Santa María, San Hipólito, Candelaria y San Nicolás.****Table 6. Use of wastewater (% of total) for cut flowers crops in the ejidos Santa Maria, San Hipolito, Candelaria and San Nicolas.**

% de agua residual	Candelaria Purificación		San Nicolás Zoyapetlayuca		San Hipólito Xochilténango	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%
0 %	1	5	-	-	-	-
10%	-	-	6	86	-	-
20-30%	6	32	1	14	5	100
>50%	12	63	-	-	-	-

Fr: Frecuencia, según las encuestas levantadas. ♦ Fr: Frequency, according to the applied surveys.

para facilitar el uso de maquinaria. De acuerdo con la encuesta socio-técnica, 70% de los agricultores no siembran la misma hortaliza dos veces seguidas en la misma parcela, porque en la segunda ocasión las plantas se enferman o son susceptibles al ataque de plagas. Pero sí permite la siembra de hortalizas de la misma familia. Por lo que los productores consideraron que este es el patrón de cultivo que utiliza más insumos agrícolas y agua, porque las hortalizas son más demandantes y hay más ciclos por año.

El impacto de este sistema continuo de producción, con varios ciclos por año, debe calificarse técnicamente como más demandante de insumos y energía que los ya descritos; en consecuencia, si no se hace una reposición oportuna de los nutrientes extraídos, se infiere que habrá una pérdida de la calidad química del suelo, en particular, de la materia orgánica. Esto nos lleva a considerar que los aspectos estructurales del suelo, en los cuales interviene específicamente esta última, como son estructura, densidad aparente, capacidad de retención de humedad, deben considerarse al generar indicadores e índices de calidad del suelo, además de las variables nutrimentales.

### Hortalizas con descanso en temporada seca

En este patrón de cultivo la limitación principal es el agua de riego o residual. Las parcelas solo se cultivan en época de lluvias, de mayo a octubre, y con especies poco demandantes de insumos, por tratarse de una inversión insegura. En algunos años se han sembrado dos ciclos cortos de hortalizas y luego maíz,

plant the same vegetable twice subsequent times on the same plot because the plants become ill or are susceptible to attack by pests on the second occasion. However, it does allow the planting of vegetables from the same family. Therefore, the producers considered that this cultivation pattern uses more agricultural inputs and water because vegetables are more demanding than cut flowers, and more cycles per year can occur.

With several cycles per year, the impact of a continuous production system qualifies technically as more demanding on inputs and energy than those already described. Consequently, if a timely replacement of the extracted nutrients does not occur, it can be inferred that there will be losses in soil chemical quality, particularly organic matter. This leads us to consider that among those structural factors of the soil in which multiple crops per year intervene, organic matter does it mainly on the physical aspects such as structure, apparent density, moisture retention capacity. Thus, organic matter must be a consideration when generating indicators and soil quality indices, in addition to the nutritional variables.

### Vegetables with land rest during the dry season

In this cropping pattern, the main limitation is the restriction of irrigation or residual water for irrigation. Cultivation of plots occurs in the rainy season, this is, from May to October; and with species with little demand for inputs, due

o la parcela se subdivide para tener las dos opciones y dejarla descansar durante la época seca. Cada año antes de la temporada de lluvias se prepara el terreno con maquinaria agrícola y se realiza el paso de rastra, barbecho (y siembra, para el caso del maíz); la nivelación y el trazado de surco se realizan con tracción animal. Este patrón de cultivo se encuentra principalmente en el ejido de San Nicolás y en menor medida en San Hipólito, por tener menor disponibilidad de agua.

## CONCLUSIONES

La integración del conocimiento de los productores en pequeño con los conocimientos técnicos-científicos y la información histórica antigua y reciente, permitió tener una visión de la realidad en la cual se desarrollan las actividades de producción en los ejidos de la región de Tepeaca, Puebla. Por más de 500 años se han cultivado hortalizas con riego en el ejido San Hipólito, y maíz y trigo en los ejidos Santa María, Candelaria y San Nicolás. Los ejidos se constituyeron a principios del siglo XX y hasta su octava década del se cultivó “milpa”.

La producción de hortalizas y flores inició cuando el Estado perforó 16 pozos para riego. La apertura de estos pozos cambió los esquemas de producción e influye en la selección de las especies cultivadas y en su impacto en la demanda de agua. Ahora se cultivan en pequeñas unidades pluri activas (< 5 ha), con asistencia técnica y créditos escasos, más de 30 hortalizas y flores. El agua extraída de los pozos no cubre la demanda agrícola y se complementa con aguas residuales municipales o de la Barranca del Águila. Y una parte del agua extraída de los pozos se comercializa con fines no agrícolas.

El uso de agua residual causa daño en algunos cultivos por contaminación con residuos urbanos y ausencia de tratamiento. La integración de los conocimientos empíricos de los productores con los técnico-científicos, contribuyó a establecer tres tipos de tierras en la zona de estudio: Oscuros, Nextlales y Arenosos-Fuertes. Por esta clasificación se rigen los productores para tomar decisiones acerca del uso de las tierras más aptas en sus pequeñas propiedades. Los productores no entienden la clasificación oficial de suelos del INEGI cuya escala de reporte es adecuada con fines normativos.

Los patrones de cultivo identificados fueron: flor de corte, hortalizas de ciclos continuos, y hortalizas con

to investment uncertainty. In some years, farmers sow two short cycles with vegetables, followed by planting maize; or does subdivide the plot in order to have both options (sowing one part of the plot with maize and the other with vegetables) followed by land rest during the dry season. Before the rainy season, land preparation with agricultural machinery for harrowing (and immediately planting in the case of maize) is made. Farmers use animal traction for leveling and furrowing. This cultivation pattern is mainly found in Ejido San Nicolas, and to a lesser extent in Ejido San Hipolito, due to their lower water availability.

## CONCLUSIONS

The integration of producers knowledge and technical-scientific knowledge, with the old and recent historical information allowed the authors to have a vision of the reality in which production activities are developed in ejidos of Tepeaca, Puebla (Mexico). For more than 500 years, irrigated vegetables have been grown in Ejido San Hipolito; maize and wheat in Ejido Santa Maria, Candelaria, and San Nicolas. In these ejidos, some years later 1900 and up to the eighties of last 20<sup>th</sup> century, “milpa” was the main cultivation system.

The production of vegetables and cut flowers began when the State drilled 16 wells for irrigation. Thus, traditional production patterns changed, influenced the selection of cultivated species, and increased water demand. More than 30 vegetables and cut flowers are grown in small multi-purpose units (< 5 ha), with little technical assistance and small credits. Water from wells does not cover agricultural demands, and it requires supplementation with wastewaters from the municipality or the ravine Barranca del Aguila. However, part of the water drawn from the wells is sold for non-agricultural purposes.

The use of wastewater causes damage to some crops due to contamination with urban waste, and lack of treatment. The integration of empirical knowledge of the producers with technical-scientific knowledge, contributed to establish three types of lands in the study area: Dark (Obscure), Nextlales and Strong sands. Producers base their decision making on this lands classification, about the use of the most suitable lands at their small properties. Producers do not understand the official INEGI

descanso en temporada de secas. Los suelos de estos ejidos constituyen un registro histórico único en el país. Y muestran cómo la actividad antrópica afecta las características y la dinámica de los procesos edáficos con distintas intensidades. Estos fenómenos deben investigarse por medio de indicadores de calidad apropiados. La pérdida rápida de la calidad del suelo podría dejar sin tierra y sin trabajo a muchos productores, y esto es algo de muy importante y necesaria consideración.

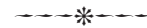
### LITERATURA CITADA

- Arvizu B., E., L. Jiménez S., M. A. Jiménez V., A. Quispe L., M. R. Villa I., J. A. Ávila D. 2014.
- Análisis de producción y comercialización de hortalizas: caso del mercado de Huixcolotla, Puebla, Rev. Mex. Cienc. Agríc. 5: 687-994.
- Barrera-Bassols, N., and J. A. Zinck. 2003. Ethnopedology: a worldwide view on the soil knowledge of local people. Geoderma 111: 171-195.
- Barrios, E., R. J. Delve, M. Bekunda, J. Mowo, J. Agunda, J. Ramisch, and R. J. Thomas. 2006. Indicators of soil quality: A South-South development of a methodological guide for linking local and technical knowledge. Geoderma. 135: 248-259.
- Bünemann, E. K., G. Bongiorno, Z. Bai, R. E. Creamer, G. De Deyn, R. de Goede, L. Fleskens, V. Geissen, T. W. Kuyper, P. Mäder, M. Pulleman, W. Sukkel, J. W. Van Groenigen, and L. Brussaard. 2018. Soil quality- A critical review. Soil Biol. Biochem. 120: 105-125.
- CONAGUA. 2018. Catálogo del archivo histórico del agua. Correspondencia relativa a solicitud de concesión de aguas para riego y enlame de tierras ejidales. Expediente 13467. México. [https://sideco.conagua.gob.mx/sideco\\_consulta/](https://sideco.conagua.gob.mx/sideco_consulta/) (Consulta: mayo 2019).
- CONAGUA. 2019. Registro Público de Derechos de Agua. Consulta a la base de datos del REPGA. México. <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx> (Consulta: mayo 2019).
- ESRI. 2017. Software ArcGIS 10.5. Redlands, CA. USA.
- Grosso, J. C. 1996. Indios, campesinos y mercado. La región de Puebla a finales del siglo XVIII. El Colegio de México 46: 245-278.
- IICA. 2013. Informe anual 2012 del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Vol. 616. México.
- INEGI. 2000. Clima, Escala 1:1,000,000. Serie I. Dirección General de Geografía, INEGI. México.
- INEGI. 2007. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Dirección General de Estadísticas Económicas. México.
- INEGI. 2011. Carta Edafológica, Serie II. E14-12, Escala 1:250,000. Dirección General de Geografía, INEGI. México.
- Karlen, D. L., C. A. Ditzler, and S. S. Andrews. 2003. Soil quality: Why and how? Geoderma 114: 145-156.
- Lugo-Morin, D. R., J. Ramírez-Juárez, J. A. Méndez-Espinoza, y B. Peña-Olvera. 2010. Redes sociales asimétricas en el sistema hortícola del valle de Tepeaca, México. Economía, Sociedad y Territorio 10: 207-230.

soil classification, whose reporting scale is adequate roughly for National regulatory purposes.

Identified cultivation patterns were: cut flowers, vegetables in continuous cycles, and vegetables followed by land rest. Soils in these Ejidos form a unique historic record in our country. They show how anthropic activities affect soils characteristics and dynamics of edaphic processes at different intensities. This phenomena should be further investigated through appropriate quality indicators. Rapid loss of soil quality would leave many producers without lands and labour. This fact is very important and worthy of consideration.

—End of the English version—



- Martínez, H. 1984. Tepeaca en el Siglo XVI. Tenencia de la Tierra y Organización de un Señorío. México. CIESAS. (Ediciones de la Casa Chata, 21). 230 p.
- Medina, J. M., N. G. Peñaflares R., and J. E. Silverstein. 2016. The ancient hydraulic catchment systems of Tepeaca-Acatzingo archeological zone, Puebla, Mexico. In: Angelakis, A. N., E. Chiotis, S. Eslamian, and H. Weingartner. Underground Aqueducts Handbook. CRC Press. pp: 475-483.
- Montero G., I. A. 2008. Mapa de Cuauhtinchan II. Entre la ciencia y lo sagrado, Mesoamerican Research Foundation, Puebla, México. 270 p.
- Ortiz S., C. A., D. Pájaro H., y V. M. Ordaz Ch. 1990. Manual para la cartografía de clases de tierras campesinas. Serie de Cuadernos de Edafología 15. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 62 p.
- Ortiz S., C. A., and M. C. Gutiérrez C. 2001. Mexican ethnopedology: the experience in soil mapping. Science and tradition: Roots and wings for development. Royal Academy of Overseas Sciences. Brussels, Belgium. Pp: 107-136.
- RAN (Registro Agrario Nacional). 2018. Padrón e Historial de Núcleos Agrarios PHINA. <http://www.ran.gob.mx/ran/index.php/sistemas-de-consulta/phina> (Consulta: julio 2018).
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana. NOM-021-SEMARNAT-2000, México.
- Vélez P., R. M. 1993. Los orígenes de las haciendas en Puebla. Revista de la Universidad de México. México. Agosto (Número Especial): 18-21.
- Vergara, S., M. A., y J. D. Etchevers B. 2004. Indicadores de calidad del suelo en laderas de la Sierra Norte (Oaxaca). In: García M., A. J., M. de J. Ordoñez, y M. Briones-Salas (eds). Biodiversidad de Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund. México D.F. pp: 585-602.
- Yanez D., G. 1991. Espacios Urbanos en la Región de Puebla-Tlaxcala. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. 497 p.