

LA MULTIFUNCIONALIDAD DE AGROECOSISTEMAS EN LA CUENCA DEL RÍO CUITZMALA, JALISCO, MÉXICO

MULTIFUNCTIONALITY OF AGROECOSYSTEMS IN THE CUITZMALA RIVER BASIN, JALISCO, MEXICO

Helena Cotler-Ávalos¹, Elena Lazos-Chavero²

¹Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial A.C. (hcotler@centrogeo.edu.mx). ²Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM. (lazos@unam.mx)

RESUMEN

Los agroecosistemas expresan el conjunto de arreglos productivos, síntesis del entorno ecológico y del contexto socio-económico y cultural, para la obtención de alimentos. La caracterización de los agroecosistemas, a nivel de parcela y en el contexto de la cuenca del Río Cuitzmala (Jalisco), se realizó mediante 78 entrevistas en seis comunidades de la parte alta y media de la cuenca. La finalidad era explorar las percepciones y los conocimientos de los agricultores sobre el deterioro de los suelos y entender las estrategias que construyen para mantener la multifuncionalidad de los agroecosistemas. En la parte alta de la cuenca, los agroecosistemas están condicionados por el relieve agreste, los suelos superficiales y la poca disponibilidad de agua. En estas tierras se sigue cultivando el “coamil” (milpa), que mantiene el patrimonio biocultural de la alimentación y la conservación de la agrobiodiversidad. En la parte media de la cuenca, el relieve ondulado, suelos profundos, la presencia de arroyos y el acceso a mercados, favorecen la producción de alimentos hacia mercados regionales, a pesar del conocimiento sobre la aptitud y la vulnerabilidad de los suelos, la falta de apoyo gubernamental y la migración debilitan las prácticas de conservación que pudieran mantener la multifuncionalidad de los agroecosistemas.

Palabras clave: cuencas, erosión de suelos, multifuncionalidad, percepciones y conocimientos de suelos.

INTRODUCCIÓN

Desde mediados del siglo pasado, diversas políticas gubernamentales que impulsaron la colonización del trópico fomentaron la transformación del bosque tropical seco (BTS) en tierras agrícolas y en praderas para el establecimiento de la ganadería en el Estado de Jalisco (Acuña, 1988;

* Autor responsable ✦ Author for correspondence.

Recibido: enero, 2017. Aprobado: enero, 2018.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 16: 513-537. 2019.

ABSTRACT

Agroecosystems express the agrarian arrangements, and a synthesis of the ecological environment and the socio-economic, and cultural context for obtaining food. The characterization of agroecosystems, at the plot level and in the context of the watershed, was carried out through 78 interviews in 6 communities, in the upper and middle part of the Cuitzmala River basin (Jalisco), in order to explore perceptions and knowledge of the farmers about the deterioration of the soils and to understand the strategies that they construct to maintain the multi functionality of the agroecosystems. In the upper part of the basin the agroecosystems are conditioned by the abrupt terrain, the shallow soils, and the scarce availability of water. In these lands, the “coamil” (milpa) is still being carried out, which maintains the biocultural heritage of food and the conservation of agrobiodiversity. In the middle part of the basin, the undulating relief, deep soils, the presence of streams and access to markets favor the production of food directed to regional markets. Despite the local knowledge of the suitability and vulnerability of soils, the lack of government support and high migration undermine conservation practices as a means of maintaining the multifunctionality of agroecosystems.

Key words: perceptions and knowledge of soils, multifunctionality, soil erosion, basins.

INTRODUCTION

Since the middle of last century, various government policies that drove the colonization of tropical areas fostered the transformation of the dry tropical forest (DTF) into agricultural lands and grasslands for the establishment of livestock production in the state of Jalisco (Acuña, 1988; Regalado, 2008). Since then, diverse cultivation systems continued in this environment, originally inhabited by various indigenous communities of Nahua origin.

Regalado, 2008). A partir de entonces, en este entorno, habitado originalmente por diversas comunidades indígenas de origen Nahuatl, se desarrollaron diversos sistemas de cultivos.

Los agroecosistemas sintetizan una multiplicidad de arreglos agroproductivos, tanto tecnológicos como sociales, donde el establecimiento de cultivos constituye un conjunto sistémico asociado al entorno ecológico, cultural, político y socioeconómico (Hernández-Xolocotzi, 1981; Hart, 1985; Altieri, 1987; Thrupp, 1998; Lazos, 2013). La diversidad de los ambientes y el contexto socio-cultural moldean las prácticas específicas, al tiempo que las condiciones económicas permean sus temporalidades, intensidades y resultados. Así, los agroecosistemas son el resultado de una interacción continua entre la naturaleza y los agricultores, con sus formas particulares de organización, conocimientos y valores (Hernández-Xolocotzi, 1981; Norgaard, 1984; Brookfield y Padoch, 1994). Ramos y Hernández-Xolocotzi (1981) enfatizan, como nodo de los agroecosistemas, los procesos de domesticación que han conducido a la producción de múltiples variedades vegetales adaptadas a diversas condiciones ambientales. Por ello, consideran que “el concepto de agroecosistema debe ponderarse dentro de un marco teórico que permita la evaluación de los múltiples fenómenos que se manifiestan en la producción y en el intento de obtener una evaluación de su eficiencia (productividad en sentido amplio)”, mientras que Turrent (1981) incluye en la definición de agrosistema las múltiples interrelaciones entre el conocimiento tecnológico tradicional y las respuestas “cultivo-fertilizante, cultivo-densidad de población, cultivo-fenotipo, etcétera, para diseñar alternativas tecnológicas de mayor ingreso neto y riesgo aún aceptable para los productores”. También señala la importancia de la distinción entre factores controlables e incontrolables de la producción. “La dosificación de fertilizante, de pesticidas, entre otros, representan factores controlables; en cambio, la textura y profundidad del suelo, y el régimen de lluvias, son ejemplos de factores incontrolables” (Turrent, 1981).

En el agroecosistema, el concepto de multifuncionalidad cobra una gran importancia para las políticas públicas hacia el medio rural. Se habla de multifuncionalidad agrícola (MFA)³ para aseverar que, además de alimentos y materias primas, la agricultura produce una amplia gama de bienes y servicios no

Agroecosistemas sintetizan una multiplicidad de agroproductivos arreglos, tanto tecnológicos y social, where the establishment of crops constitutes a systemic whole associated with the ecological, cultural, political and socioeconomic environment (Hernández-Xolocotzi, 1981; Hart, 1985; Altieri, 1987; Thrupp, 1998; Lazos, 2013). The diversity of environments and the sociocultural context shape specific practices, while economic conditions permeate their temporalities, intensities and results. Thus, agroecosystems are the result from a continuous interaction between the environment and farmers, with their particular forms of organization, knowledge and values (Hernández-Xolocotzi, 1981; Norgaard, 1984; Brookfield and Padoch, 1994). Ramos and Hernández-Xolocotzi (1981) emphasize, as a node of agroecosystems, the domestication processes that have led to the production of multiple vegetable varieties adapted to diverse environmental conditions. Therefore, they consider that the “concept of agroecosystem must be analyzed within a theoretical framework that allows the evaluation of the multiple phenomena that manifest in the production and in the attempt to obtain an assessment of their efficiency (productivity in the broad sense)”. Meanwhile, Turrent (1981) includes the multiple interrelations between traditional technological knowledge and the “crop-fertilizer, crop-population density, crop-phenotype, etc., responses to design technological alternatives of higher net income and risk that are still acceptable for producers” in the definition of agroecosystem. The importance of the distinction between controllable and uncontrollable factors is also noted. “The dosage of fertilizer or pesticides, among others, represents controllable factors; instead, the soil texture and depth, and the rainfall regime, are examples of uncontrollable factors” (Turrent, 1981).

In the agroecosystem, the concept of multifunctionality takes on a great importance for public policies designed for the rural environment. There is mention of agricultural multifunctionality (AMF)³ to affirm that, in addition to foods and raw materials, agriculture produces a wide range of immaterial goods and services that favor the economic, social and environmental welfare (Ayala-Ortiz, 2007; Ayala-Ortiz, 2011; Serrano, 2015).

However, in Mexico there are policies in place whose impacts turn out to be deconstructing for

materiales que favorecen el bienestar económico, social y ambiental (Ayala-Ortiz, 2007; Ayala-Ortiz, 2011; Serrano, 2015).

Sin embargo, en México se sostienen políticas cuyos impactos resultan desestructurantes para la mayoría de los campesinos. Por ello, es necesario dar reconocimiento a la multifuncionalidad de la agricultura campesina y a las funciones que es capaz de generar, pues a pesar de los obstáculos que enfrenta actualmente continúa desempeñando un papel importante para el mantenimiento de las áreas rurales. Esto es atribuido a que, más allá de contribuir a los volúmenes y valor de la producción agrícola nacional, permiten e incentivan el empleo, el arraigo cultural a los territorios, la preservación de los recursos naturales y el desarrollo rural (Ayala-Ortiz, 2007; Ayala-Ortiz, 2011: 52; Serrano, 2015).

En México, uno de los principales agroecosistemas multifuncionales está constituido por la milpa (del náhuatl *milli*, parcela sembrada y *pan*, encima), donde el cultivo principal es el maíz, al que se asocian tanto especies domesticadas de frijol, calabazas, chiles, tomates, entre otras, como silvestres (i.e. diversas familias de quelites, chiles, tomatillos, frijoles). Esta forma de producción presenta una dinámica temporal y espacial, interrelacionada y cambiante, entre el entorno natural (suelos, nichos microclimáticos, nutrientes, agua), el contexto socio-cultural (dinámicas familiares, conocimientos, prácticas y arreglos institucionales) y económico-políticos (comportamiento de los mercados, mano de obra, políticas de desarrollo) que llevan a múltiples manejos de cultivos y decisiones, lo cual lo hace un agroecosistema altamente complejo y multifuncional (Hernández-Xolocotzi, 1981; Terán y Rasmussen, 1994; Lazos, 1995).

Espacialmente, estos agroecosistemas se distribuyen en el territorio de manera heterogénea, dependiendo de múltiples factores ambientales, socioeconómicos, políticos y culturales, como los descritos anteriormente. El relieve, los paisajes y las condiciones edáficas se conjugan en el espacio, conformando cuencas hidrográficas. En ellas, el manejo del agua interviene en la expresión de los procesos sociales (Burgos y Bocco, 2015), permeando la calidad y complejidad de los servicios ecosistémicos, tales como suministro de agua, protección contra inundaciones y producción de alimentos.

Los agroecosistemas mantienen el doble papel de suministrar beneficios, al mismo tiempo que se

most peasants. Therefore, it is necessary to recognize the multifunctionality of peasant agriculture and the functions that it can generate, since despite the obstacles currently faced it continues to perform an important role for the maintenance of rural areas. This is attributed to the fact that, beyond contributing to the volumes and value of national agricultural production, they allow and stimulate employment, cultural rootedness to the territories, environmental conservation and rural development (Ayala-Ortiz, 2007; Ayala-Ortiz, 2011; Serrano, 2015).

In Mexico, one of the principal multifunctional agroecosystems is the milpa (from Náhuatl *milli*, sown plot and *pan*, atop), where the main crop is maize, to which species are associated, both domesticated such as bean, squash, chili, tomato, among others, and wild (for example, various families of pigweed, chili, tomatillo, beans). This form of production presents a complex temporal and spatial dynamic, interrelated and changing, between the natural environment (soils, microclimate niches, nutrients, water), the sociocultural (family dynamics, knowledge, practices and institutional arrangements) and economic-political context (behavior of markets, workforce, development policies). These lead to multiple types of crop management and decisions, which make it a highly complex and multifunctional agroecosystem (Hernández-Xolocotzi, 1981; Terán and Rasmussen, 1994; Lazos, 1995).

Spatially, these agroecosystems are distributed in the territory in a heterogeneous way, which depends on multiple environmental, socioeconomic, political and cultural factors, such as those described previously. The relief, landscapes and soil conditions are combined in the space, establishing hydrographic basins. In these, water management intervenes in the expression of social processes (Burgos and Bocco, 2015), permeating the quality and complexity of the ecosystem services, such as water supply, protection against flooding and food production.

The agroecosystems have the double role of providing benefits, while they benefit from the nature on which they are sustained (Ellen, 1982; Swinton *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2007). The proportion of these interactions and transformations will depend on several aspects, such as historical trajectories, agroecological and climate conditions, norms and institutions that regulate the access and management of agroecosystems, land tenure,

benefician de la naturaleza en la cual se sostienen (Ellen, 1982; Swinton *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2007). La proporción de estas interacciones y transformaciones dependerá de varios aspectos, como las trayectorias históricas, las condiciones agroecológicas y climáticas, las normas e instituciones que regulan el acceso y manejo de los agroecosistemas, la tenencia de la tierra, la organización comunitaria, la estructura de precios agropecuarios y forestales, las migraciones, los valores, las experiencias, el sentido de arraigo y las perspectivas socioculturales de los agricultores (Chambers, 1983; Terán y Rasmussen, 1994; Lazos, 2008; Vignola *et al.*, 2010; Sumberg y Thompson, 2012). Estas condiciones inciden sobre las prácticas de manejo que se implementan y que pueden proveer servicios de regulación de la erosión y de la fertilidad del suelo, de diversidad genética, de reciclaje de nutrientes, entre otros (Swinton *et al.*, 2007, Swift *et al.*, 2004). La multifuncionalidad de los agroecosistemas implica que, además de proveer alimentos y materias primas, pueden aportar una gama de bienes y servicios tangibles e intangibles que favorecen el bienestar económico, social y ambiental de las comunidades locales y regionales (Brookfield y Padoch, 1994; Bonnal, 2003; Van der Ploeg *et al.*, 2009). En la mayoría de los casos, la calidad de los suelos es fundamental para mantener la multifuncionalidad de los agroecosistemas (Gray, 2011).

En este artículo queremos entender los factores que inciden en el desarrollo y la multifuncionalidad de los agroecosistemas bajo una perspectiva de cuencas. Para ello: (i) analizamos los agroecosistemas y las expresiones de su multifuncionalidad bajo un enfoque de cuenca, (ii) exploramos las percepciones de los agricultores y sus conocimientos sobre el deterioro de los suelos, y (iii) analizamos las estrategias construidas por los pobladores de seis comunidades para permitir el desarrollo y manejo de sus agroecosistemas.

METODOLOGÍA

Dado que el entendimiento de los agroecosistemas requiere de un análisis biofísico, social, económico y político en un marco contextual que considere políticas pasadas y presentes (Huber-Sannwald *et al.*, 2012) se recurrió a fuentes primarias y secundarias para una reconstrucción histórica de las decisiones que guiaron el cambio de uso del suelo, la transformación del paisaje y las estrategias de prácticas de manejo.

community organization, structure of agricultural, livestock and forest prices, migrations, values, experiences, sense of rootedness and sociocultural perspectives of farmers (Chambers, 1983; Terán and Rasmussen, 1994; Lazos, 2008; Vignola *et al.*, 2010; Sumberg and Thompson, 2012). These conditions have an impact on the management practices that are implemented and that may provide regulation services of erosion and soil fertility, genetic diversity, nutrient recycling, among others (Swinton *et al.*, 2007, Swift *et al.*, 2004). The multifunctionality of agroecosystems implies that, in addition to supplying foods and raw materials, it can contribute a range of tangible and intangible goods and services that favor the economic, social and environmental welfare of the local and regional communities (Brookfield and Padoch, 1994; Bonnal, 2003; Van der Ploeg *et al.*, 2009). In most of the cases, soil quality is fundamental for maintaining the multifunctionality of agroecosystems (Gray, 2011).

In this article we want to understand the factors that have an impact on the development and the multifunctionality of agroecosystems under a perspective of basins. For this purpose: (i) we analyze the agroecosystems and the expressions of their multifunctionality under a basin approach, (ii) we explore the perceptions of farmers and their knowledge about soil deterioration, and (iii) we analyze the strategies built by the inhabitants of six communities to allow the development and management of their agroecosystems.

METHODOLOGY

Given that understanding agroecosystems requires a biophysical, social, economic and political analysis within a contextual framework that considers past and present policies (Huber-Sannwald *et al.*, 2012), we resorted to primary and secondary sources for a historical reconstruction of the decisions that guided the change in land use, the landscape transformation, and the strategies of management practices.

The agroecosystems were characterized within the framework of the Cuitzmala River Basin through semi-structured interviews in six communities distributed both in the high and the middle part of the basin. In the high part, interviews were performed in the communities of Jirosto (12), Llano del Higo (12), La Eca (14) and Huista (13); and in the middle

Los agroecosistemas fueron caracterizados en el marco de la cuenca del río Cuitzmala a través de entrevistas semi-estructuradas en seis comunidades distribuidas tanto en la parte alta como media de la cuenca. En la alta se realizaron entrevistas en las comunidades de Jirosto (12), Llano del Higo (12), La Eca (14) y Huista (13); y en la media, dos: Jocotlán⁴ (14) y San Miguel (13). En total se entrevistó a 78 personas en diferentes temporadas a lo largo de 2008 y 2009. Las entrevistas permitieron abarcar distintas historias de vida, conocimientos, experiencias e intereses.

Las preguntas establecidas en la entrevista cubrieron subtemas relevantes para abarcar los tres grandes temas del presente estudio (Cuadro 1).

Área de estudio

La cuenca del Río Cuitzmala se encuentra ubicada en el oeste del Pacífico Mexicano en la costa sur del Estado de Jalisco, entre 19° 29' y 19° 34' latitud norte y los meridianos 104° 58' y 105° 04' longitud oeste. Esta cuenca exorreica, con 1089 km² de área, se formó sobre un batolito granítico y se distribuye desde los 0 a los 1770 msnm dando lugar a diferencias climáticas (Figura 1).

La cuenca presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano con una temperatura media anual de 24.6 °C (1978-2000) y una precipitación media anual de 800 mm (1983-2015), que se concentra en los meses de junio a octubre, con eventos de fuerte intensidad y con tres meses de intensa sequía (febrero a abril) (Maass *et al.*, 2005).

part, in two: Jocotlán⁴ (14) and San Miguel (13). In total, 78 people were interviewed during different seasons throughout 2008 and 2009. The interviews allowed covering different life histories, knowledge, experiences and interests.

The questions established in the interview covered relevant sub-themes to cover the three large themes of this study (Table 1).

Study area

The Cuitzmala River Basin is located in the western part of the Mexican Pacific Ocean on the southern coast of the state of Jalisco, between 19° 29' and 19° 34' latitude North and meridians 104° 58' and 105° 04' longitude West. This exorheic basin, with 1089 km² of area, was formed on a granitic batholith and is distributed from 0 to 1770 masl giving place to climate differences (Figure 1).

The basin presents a sub-humid warm climate with summer rains with a mean annual temperature of 24.6 °C (1978-2000) and an mean annual precipitation of 800 mm (1983-2015), which concentrates in the months of June to October, with events of strong intensity and with three months of intense drought (February to April) (Maass *et al.*, 2005).

The altitudinal, relief and stream order differences make it possible to differentiate functional zones inside the basins (Garrido *et al.*, 2010).

The high zone of a basin is characterized by the higher altitudes in a mountainous relief where the first stream orders are located (Garrido *et al.*,

Cuadro 1. Temas y subtemas expuestos en las entrevistas.

Table 1. Themes and subthemes exposed in the interviews.

Temas	Sub-temas
Descripción de las prácticas de manejo de los agroecosistemas	¿Hay diferencia en los agroecosistemas en función de su ubicación en la cuenca? ¿Cuáles son las principales características biofísicas y sociales de los agroecosistemas en cada ubicación?
Percepción del impacto de los agroecosistemas en términos de erosión de suelos y pérdida de fertilidad	¿Cómo los agricultores reconocen las diferencias de suelos y de sus aptitudes? ¿Cómo los agricultores identifican las causas de la pérdida de fertilidad de sus suelos?
Estrategias para el mantenimiento de los agroecosistemas en el tiempo, así como para conservar medios de vida	¿Qué estrategias mantienen las familias para reproducir sus sistemas de producción? ¿Qué estrategias de manejo desarrollan los agricultores para mantener la fertilidad de los suelos? ¿Cuáles son los principales obstáculos para realizar prácticas sustentables en agroecosistemas?

Fuente: elaboración propia. ♦ Source: Authors' elaboration.



Figura 1. Ubicación de la Cuenca del río Cuitzmala.
Figure 1. Location of the Cuitzmala River Basin.



Las diferencias altitudinales, de relieve y de órdenes de corriente posibilita diferenciar zonas funcionales al interior de las cuencas (Garrido *et al.*, 2010).

La zona alta de una cuenca está caracterizada por las mayores altitudes en un relieve montañoso donde se ubican los primeros órdenes de corriente (Garrido *et al.*, 2010). La zona media de la cuenca presenta lomeríos y órdenes de corriente intermedios. Siguiendo esta metodología, la parte alta de la cuenca del Río Cuitzmala está caracterizada por altitudes de 1250-1770 msnm, donde dominan áreas escarpadas y laderas altas, con órdenes de corriente de 1 a 3. En ellas se desarrollan suelos someros (Regosoles) que dan origen a bosques de pino-encino, como respuesta a una mayor pluviosidad (mayor a 1500 mm/año) que origina los primeros escurrimientos. En esta zona se encuentra el mayor número de localidades pequeñas (49) de menos de 50 habitantes (Meléndez, 1999; Martínez-Trinidad, 2007).

La parte media de la cuenca constituye una franja estrecha (1050-1250 msnm) con un relieve más ondulado de lomeríos y órdenes de corriente mayor de 3. En esta zona la precipitación de 800 mm/año favorece el desarrollo de selvas bajas caducifolias, mientras que la confluencia de los ríos en cañones y valles, en la forma de densas redes dendríticas y subdendríticas, permite el desarrollo de suelos más desarrollados (Phaeozem y Cambisoles) y la presencia de selva mediana caducifolia. En esta zona se asientan 16 localidades, entre las que se encuentran las de mayor tamaño -San Miguel, Villa Purificación, la cabecera municipal de Villa Purificación (Meléndez, 1999; Martínez-Trinidad, 2007). Finalmente, la parte baja de la cuenca donde el río

2010). The middle zone of the basin presents low hills and intermediate stream orders. Following this methodology, the high part of the Cuitzmala River Basin is characterized by altitudes of 1250-1770 masl, where steep areas and high hillsides dominate, with stream orders of 1 to 3. Shallow soils (Regosols) develop in these, giving origin to pine-oak forests as response to a greater rainfall (more than 1500 mm/year) that originates the first runoffs. The highest number of small localities (49) of less than 50 inhabitants is located (Meléndez, 1999; Martínez-Trinidad, 2007) in this zone.

The middle part of the basin constitutes a narrow strip (1050-1250 masl) with a more undulated relief of small hills and stream orders higher than 3. In this zone a precipitation of 800 mm/year favors the development of low deciduous forest, while the confluence of the rivers in canyons and valleys, in the shape of dense dendritic and sub-dendritic networks, allows the development of more developed soils (Phaeozem and Cambisoles) and the presence of medium deciduous forest. In this zone there are 16 localities, among which those of largest size are found -San Miguel, Villa Purificación, the municipal township of Villa Purificación (Meléndez, 1999; Martínez-Trinidad, 2007). Finally, the low part of the basin where the river flows into the Pacific Ocean presents low deciduous forests and hydrophilic vegetation.

The Cuitzmala River Basin covers two municipalities: La Huerta and Villa Purificación, where more than 200 localities with small populations are distributed (50 to 1000 inhabitants)

desemboca en el Océano Pacífico presenta selvas bajas caducifolias y vegetación hidrófila.

La cuenca del Río Cuitzmala abarca dos municipios: La Huerta y Villa Purificación, donde se distribuyen más de 200 localidades con poblaciones pequeñas (50 a 1000 habitantes) con altos y medianos índices de pobreza. La población actual del municipio de Villa Purificación es de 12 357 habitantes, con una tasa migratoria muy alta. La mayor parte de la población (36.4%) se concentra en la cabecera (INEGI, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los agroecosistemas en la cuenca Cuitzmala a lo largo de su historia

Panorama histórico. Haberl (2006) menciona que es importante incorporar el aspecto histórico en el estudio de los agroecosistemas, ya que el paisaje actual constituye una herencia entre la relación de la forma de apropiación del territorio y las transformaciones de los agroecosistemas. Estas últimas están sujetas a presiones a lo largo del tiempo a diferentes escalas, entrelazadas entre sí, y bajo diversas políticas que se reflejan en el territorio de la cuenca.

Desde tiempos prehispánicos los pueblos indígenas hacían un uso diversificado de su entorno: cultivos, caza, pesca, comercio de la sal. A partir de la fundación de Villa Purificación (1533) por los españoles, el territorio se transfigura rápidamente con la introducción de ganado y de nuevos cultivos, mientras marginados hacia las laderas, los indígenas continuaban el cultivo de milpas con variedades de maíces nativos, frijoles, calabazas y tomates silvestres (Regalado, 2008). Los bosques tropicales secos brindaban una gran fuente de alimentos a partir de la fauna silvestre y la pesca ribereña. La fuerte producción de maíz impulsó desde entonces hasta fines de 1960 la cría de cerdos y de aves, productos llevados hasta Autlán para comercializarlos en Guadalajara (Lazos, en prensa).

Antes de la reforma agraria, los pequeños propietarios llegaron a tener hasta 50 000 hectáreas y algunos explotaron los bosques para la comercialización de la madera al resto del país y a nivel internacional (Yañez, 1960; Lazos, en prensa).

Desde mediados del siglo XX, como parte de la redistribución de tierras, los ejidos, las comunidades

with high and medium poverty indexes. The current population of the municipality of Villa Purificación is 12 357 inhabitants, with a very high migratory rate. Most of the population (36.4%) is concentrated in the municipal township (INEGI, 2010).

RESULTS AND DISCUSSION

Characteristics of the agroecosystems in the Cuitzmala Basin throughout its history

Historical outlook. Haberl (2006) mentions that it is important to incorporate the historical aspect into the study of agroecosystems, since the current landscape constitutes a heritage from the relationship between the form of territory appropriation and the transformations of agroecosystems. The latter are subjected to pressures throughout time at different scales, intertwined with one another, and under diverse policies that are reflected in the basin territory.

Since pre-Hispanic times indigenous peoples made a diversified use of their environment: crops, hunting, fishing, and salt commerce. Since the foundation of Villa Purificación (1533) by the Spanish, the territory was transfigured rapidly with the introduction of livestock and new crops, while indigenous people, marginalized to the hills, continued with the cultivation of milpa with varieties of native maize, bean, squash and wild tomato (Regalado, 2008). The dry tropical forests provided a great source of foods from wild fauna and river fishing. The strong maize production drove, since then and until the late 1960s, the breeding of pigs and fowl, products taken to Autlán to market them in Guadalajara (Lazos, in press).

Before the agrarian reform, small-scale owners came to own up to 50 000 hectares and some exploited the forests for the commercialization of wood to the rest of the country and at the international level (Yañez, 1960; Lazos, in press).

Since mid-20th century, as part of the redistribution of lands, the *ejidos*, agrarian communities of indigenous origin and small-scale properties constitute the main forms of land ownership in the region (Lazos, in press).

Later, between 1950 and 1970, government policies promoted settling through the expansion of the agricultural and livestock frontier at the expense of the destruction of deciduous forests (Maass *et al.*,

agrarias de origen indígena y las pequeñas propiedades constituyeron las principales formas de tenencia de la tierra en la región (Lazos, en prensa).

Posteriormente, entre 1950 a 1970, las políticas gubernamentales promovieron el poblamiento a través de la ampliación de la frontera agropecuaria a costa de la destrucción de selvas caducifolias (Maass *et al.*, 2005; Castillo *et al.*, 2005), transformando radicalmente el paisaje (Castillo *et al.*, 2005; Schroeder y Castillo, 2013).

En la cuenca, el establecimiento de sistemas agrícolas y ganaderos originó modificaciones sustanciales en la dinámica del ecosistema, en términos de regulación hidrológica, energética y biogeoquímica (Maass *et al.*, 2002). Hoy en día las actividades agrícolas y pecuarias se realizan en laderas con suelos superficiales fuertemente limitados por la disponibilidad de fósforo (Jaramillo y Sanford, 1995; Cotler *et al.*, 2002). El sistema de roza-tumba-quema provoca cambios en el tamaño de almacenes de nutrientes, principalmente carbono y nitrógeno (García-Oliva *et al.*, 1999). El pisoteo continuo del ganado compacta los suelos, pudiendo incrementar su densidad aparente un 10% después de 11 años de manejo (García-Oliva *et al.*, 1999), lo cual reduce la tasa de infiltración del agua y aumenta la susceptibilidad del suelo a erosionarse (Cotler y Ortega, 2006).

Características actuales de los agroecosistemas en la cuenca

En términos de población, el promedio de edad de los 78 entrevistados fue de 57 años (con un rango de 21 a 92 años). El número promedio de años de escolaridad de los entrevistados fue de 2.5 años de primaria solo cinco personas tienen algún año de secundaria terminada y 21 de ellos (25.6%) no asistió a la escuela.

Generalmente, cada familia cuenta entre 3 y 5 parcelas de distinto tamaño que ocupan diferentes pisos ecológicos. Las parcelas dedicadas a la agricultura están distribuidas en diversas geoformas, como valles, piedemontes y laderas (67% de los entrevistados) en la parte alta y media de la cuenca, lo cual si bien aprovecha una mayor diversidad ecológica y posibilidad de riego también dificulta el trabajo agrícola. La siembra de hortalizas se realiza únicamente en zonas templadas o calientes, planas y con riego. El sistema de ganadería extensivo se practica en cualquiera de los pisos ecológicos y geoformas.

2005; Castillo *et al.*, 2005), radically transforming the landscape (Castillo *et al.*, 2005; Schroeder and Castillo, 2013).

In the basin, the establishment of agricultural and livestock systems originated substantial modifications in the dynamics of the ecosystem, in terms of hydrological, energetic and biogeochemical regulation (Maass *et al.*, 2002). Nowadays agricultural and livestock activities are carried out on hillsides with superficial soils that are strongly limited by the availability of phosphorus (Jaramillo and Sanford, 1995; Cotler *et al.*, 2002). The slash-and-burn system causes changes in the size of nutrient storage, primarily carbon and nitrogen (García-Oliva *et al.*, 1999). The continuous trampling by livestock compacts the soils, increasing its apparent density around 10% after 11 years of management (García-Oliva *et al.*, 1999), which reduces the rate of water infiltration and increases the susceptibility of the soil to be eroded (Cotler and Ortega, 2006).

Current characteristics of agroecosystems in the basin

In terms of population, the average age of the 78 interview respondents was 57 years (with a range of 21 to 92 years). The average number of years of formal education of interview respondents was 2.5 years of primary, only five people have a year of secondary finished, and 21 of them (25.6%) did not attend school.

Generally, each family has between 3 and 5 plots of different size that occupy different ecological tiers. The plots devoted to agriculture are distributed in various geological formations, such as valleys, foothills and hillsides (67% of the interview respondents) in the high and middle part of the basin; although this takes advantage of a greater ecological diversity and possibility of risk, it also makes agricultural work difficult. Sowing of vegetables is carried out only in temperate or warm zones, flat and with irrigation. The extensive livestock system is practiced in any of the ecological tiers and geological formations.

Although the number of plots does not change much in function of the location in the basin, the plots are larger in the middle part than in the high part, possibly favored by a less wild relief, with *ejido* land ownership and private property. In the high zone, the cultivation plots have a smaller size, they

Si bien el número de parcelas no varía mucho en función de la ubicación en la cuenca, el tamaño de las parcelas es mayor en la parte media que en la alta, posiblemente favorecido por un relieve menos agreste, con tenencia de tierra ejidal y de propiedad privada. En la zona alta, las parcelas de cultivo tienen un menor tamaño, pueden contar con agua para riego proveniente de manantiales, y la tenencia de tierra es principalmente comunitaria y ejidal (Cuadro 2).

Sistemas agrícolas. En la parte alta de la cuenca la agricultura se realiza en parcelas distribuidas entre varias geoformas, como laderas y valles intermontanos que cubren de 3.5 a 20 hectáreas, aunque solo una pequeña parte (10-15%) se mantiene con actividad agrícola anual, dejando el resto en descanso o en rotación con pastos. El ganado se concentra en las pocas parcelas de mayor tamaño (parcelas de 28 ha en promedio).

Desde tiempos prehispánicos, el cultivo de la milpa, conocido en la región como “coamil”, ha sido el más generalizado. Anteriormente, las familias obtenían dos cosechas de maíz de temporal al año; sin embargo, desde hace dos o tres décadas se produce solo una cosecha. Independientemente de su ubicación en la cuenca, piso altitudinal o geoforma, el cultivo de

can have irrigation water from springs, and land ownership is mainly communal and *ejido* (Table 2).

Agricultural systems. In the high part of the basin, agriculture is performed in plots distributed among several geological formations, such as intermontane hillsides and valleys that cover from 3.5 to 20 hectares, although only a small part (10-15%) still has annual agricultural activity, leaving the rest resting or in rotation with grasses. The livestock concentrates in the few plots of larger size (plots of 28 ha in average).

From pre-Hispanic times, the cultivation of milpa, known in the region as “coamil”, has been the most generalized. Before, families would obtain two rainfed maize harvests per year; however, since two or three decades ago, only one harvest is produced. Regardless of its location in the basin, altitudinal tier or geological formation, maize cultivation is primarily rainfed and occasionally with irrigation, in function of the proximity to a stream or spring. The irrigation and rainfed maize cycles present complementary tasks in the agricultural calendar (Table 3). Among the agricultural plots, the “coamil” has maize as the main crop, associated to tomato, tomatillo, “milpero” tomato, squash, bean (“bayo”,

Cuadro 2. Distribución, tamaño, tenencia y uso de la tierra de los entrevistados en la cuenca del río Cuitzmala.

Table 2. Distribution, size, ownership and use of land of interview respondents in the Cuitzmala River Basin.

Localidades	Ubicación en cuenca					
	Zona Media		Zona Alta			
	Jocotlán	San Miguel	La Eca	Huista	Llano del Higo	Jirosto
Número de Parcelas por familia	1 a 5	1 a 4	2 a 6	1 a 3	1 a 8	1 a 5
Tamaño promedio agrícola (y rango) (ha)	26.1 (1-40)	25.1 (2-40)	5.5 (1-18)	8.5 (2-20)	3.54 (1-10)	18.2 (1-20)
Tamaño promedio ganadero (y rango) (ha)	54.1 (2-200)	45 (2-65)	33 (15-120)	25 (8-60)	39.1 (2-150)	22 (1-30)
Cultivos	Maíz (temporal y riego), hortalizas con riego para venta (local, regional e internacional)		Maíz temporal (con riego de manantiales) cultivado en milpa asociado con frijoles, calabaza y chile), ganado. Domina el autoconsumo.			
Tenencia de la tierra	65 % son ejidatarios, 27 % pequeños propietarios y 8 % comuneros		97 % comuneros y 3 % ejidatarios			

Fuente: elaboración propia. ♦ Source: authors' elaboration.

maíz es principalmente de temporal y ocasionalmente de riego, en función de la cercanía a un arroyo o manantial. Los ciclos de maíz de riego y de temporal presentan trabajos complementarios en el calendario agrícola (Cuadro 3). Entre las parcelas agrícolas, el “coamil” tiene al maíz como cultivo principal, asociado a jitomate, tomate de cáscara, tomate milpero, calabaza, frijol (“bayo”, “bayo gordo”, “berrendo”), pepino y una gran diversidad de árboles frutales. Los entrevistados mencionaron la siembra de cuatro variedades de maíz nativo (oro, tomatéco, tabloncillo y negro) y de maíz híbrido. Por lo general, el criollo se cultiva en temporal y los híbridos, bajo riego.

Dado que los cultivos se presentan de manera asociada y fragmentada entre parcelas, la estimación de los rendimientos resulta difícil. Bajo temporal, el rendimiento de maíz puede variar de 800 kilogramos a 2.5 toneladas por hectárea, dependiendo de las condiciones agroclimáticas, la fertilidad de los suelos, la calidad de las semillas, las prácticas agrícolas y la cantidad de fertilizante o abono aplicado. Estos rendimientos son menores al promedio de maíz de grano de temporal en Jalisco, el cual es de 3.1 ton/ha (SIAP s/f). Bajo riego, los rendimientos en la cuenca oscilan entre 6 y 9 ton/ha, semejante al promedio estatal (7.95 ton/ha, SIAP).

De manera general, el maíz nativo queda para el autoconsumo y para la siembra del siguiente año; el forraje se suele dar como alimento para el ganado. El maíz híbrido, el tomate de cáscara, el pepino y el jitomate, son preponderantemente para venta. Independientemente del propósito del cultivo, ante las plagas los productores aplican insecticidas como *Tamarón* y *Arrivo*. Se combate el gusano trozador”, “gusano cogollero”, “comegen” o “gusano barrenador”. En menor proporción, utilizan herbicidas (*Tordon* y *Faena*). La cantidad aplicada es muy variable y difícil de cuantificar por los mismos entrevistados, ya que depende de múltiples factores (situación económica familiar, ingresos). La incorporación de algún fertilizante (urea o sulfatos) o de abonos (estiércol) es irregular y depende de la economía familiar. La práctica de fertilización parecía la solución a la baja productividad. Sin embargo, existe una fuerte percepción del impacto negativo asociado a su uso, asegurando que el fertilizante “*quema la tierra*”; por ello se prefiere usar la “*putrición de las hojas*” o el estiércol de las vacas. Así, el uso de los fertilizantes se ha convertido tanto en un indicador como en la causa de degradación de los suelos.

“bayo gordo”, “berrendo”), cucumber and a large diversity of fruit trees. The interview respondents mentioned the sowing of four varieties of native maize (gold, tomatéco, tabloncillo and black) and hybrid maize. In general, landraces are cultivated rainfed and hybrids under irrigation.

Given that the crops are found in an associated and fragmented way among plots, estimating yields is difficult. Rainfed, the maize yield can vary from 800 kilograms to 2.5 tons per hectare, depending on agroclimate conditions, soil fertility, seed quality, agricultural practices, and the amount of fertilizer or compost applied. These yields are lower than the average of rainfed grain maize in Jalisco, which is 3.1 ton/ha (SIAP s/f). Under irrigation, the yields in the basin range between 6 and 9 ton/ha, similar to the state average (7.95 ton/ha, SIAP).

In general, native maize is left for auto-consumption and for sowing in the next year; fodder tends to be used as food for livestock. Hybrid maize, tomatillo, cucumber and tomato are preponderantly for sale. Regardless of the purpose of the crop, to face pests producers apply insecticides such as *Tamarón* and *Arrivo*. The worms called “trozador”, “gusano cogollero”, “comegen”, or “gusano barrenador” are battled. In a lower proportion, they use herbicides (*Tordon* and *Faena*). The amount applied is quite variable and difficult to quantify by the interview respondents, since it depends on multiple factors (family economic situation, income). The incorporation of a fertilizer (urea or sulfates) or composts (manure) is irregular and depends on the family economy. The practice of fertilization seemed to be the solution to low productivity. However, there is a strong perception of the negative impact associated to its use, affirming that the fertilizer “*burns the land*”; therefore, they prefer to use “*leaf rotting*” or cow manure. Thus, the use of fertilizers has become both an indicator and the cause of soil degradation.

In warm zones of the middle part of the basin, there are medium extensions of vegetables (cucumber, tomatillo, chili, tomato, watermelon), as well as some fruit trees destined to sale in regional and national markets. According to interview respondents, in good years watermelon has been exported to the United States.

In the decade of the 1970s maize cultivation was favored through development policies with the goal

Cuadro 3. Actividades realizadas para el maíz de riego y de temporal.**Table 3.** Activities carried out for irrigation and rainfed maize.

	Maíz de riego	Maíz temporal
Febrero	Aplicación de herbicida pre-emergente o bien se deshierba con azadón	Si la parcela es de reciente apertura, deshieran la tierra (con permiso para sacar árboles)
Marzo	Se dobla el maíz o bien se pica (con machete). Si se puso frijol en asociación, éste se saca antes.	Machetean y pican (rozar). En parcelas ya cultivadas no es necesario extraer árboles, sino que machetean y meten yunta para sacar "cañizo", (caña del maíz) luego pueden quemarlo
Abril	Cosechar o pizar (cuando está seco)	
Mayo		Meten yunta o tractor para arar, si es necesario queman antes (3 de mayo), poniendo guardarrayas. Luego se rocía el herbicida: si es con Tordón (para hoja ancha) ya no pueden poner calabaza. Si no se rocía, se deshierba a mano y se pueden cultivar calabazas y frijol.
Junio		Con la primera tormenta (13-25 de junio), en el cerro, siembran con barretón dos o tres granos por hoyo a una distancia de 50 cm. En los planos, siembran (4-5 semillas por hoyo), dejan 1 m entre hoyo y tapan con el pie, pueden usarse 2 bestias para el arado. Se solía sembrar maíz y frijol junto; pero actualmente son pocas familias que lo hacen. Luego "le daban tierra" (aporque), y se hacía "paletazo al cultivo" es decir se hacía un surco para permitir que el agua escurriese fuera del predio.
Julio		Deshierbe: se puede hacer con herbicida o bien limpieza manual (la "macheteada"). Se requieren dos deshierbes: julio y septiembre.
Agosto		Fertilizar ("da fuerza a la tierra")
Septiembre		Doblar elote para que no se pudra con el agua, para que el viento no tumbe las matas y para evitar la pérdida por pericos
Octubre	Tractorear o voltear la tierra con arado. Alrededor del 12 de octubre se siembra, se riega y se vuelve a arar.	Cosechar o pizar, se pone en costales y se desgrana, luego se almacena.
Noviembre	Rozar (limpia con machete, los días dependen de la superficie). Se hacen surcos "raya" con bestia. Maíz y frijol se siembra en la misma fecha	
Nov-Dic	Sembrar (cuando hay "luna sazona" en luna tierna la planta no carga. "Diciembre ni siembre, en noviembre lo que siembre" (Arturo Gómez, Llano del Higo)	
Diciembre	Riego y abono ("dar tierra"). A los 22 días de sembrado se da el 1er deshierbe ("borrar") y se fertiliza con estiércol y urea. A los 15 días de nacida la planta, se aplica el plaguicida	

Fuente: elaboración propia. ♦ Source: authors' elaboration.

En las zonas calientes de la parte media de la cuenca se encuentran extensiones medianas de hortalizas (pepino, tomate, chile, jitomate, sandía), así como de algunos frutales destinados a la venta en mercados regionales y nacionales. Según entrevistados, en años

of achieving food sovereignty. For this purpose, credit lines were opened for *ejidatarios* by BANRURAL. The credit was accompanied with insurance in case of disasters, technological implementation (tractors), and the provision of inputs (agrichemicals) and

buenos la sandía se ha exportado hacia Estados Unidos.

En la década de 1970 se favoreció el cultivo de maíz a través de políticas de desarrollo bajo la meta de lograr la soberanía alimentaria. Para ello se abrieron líneas crediticias para los ejidatarios por parte de BANRURAL. El crédito estuvo acompañado de un seguro en caso de siniestros, de la implementación tecnológica (tractores) y de la provisión de insumos (agroquímicos) y semillas mejoradas (Lazos en prensa). Los ejidatarios refieren que a través de estos créditos aumentaron la superficie destinada para la siembra y que fue necesario desmontar áreas que todavía permanecían con selvas. Durante esa etapa, la agricultura implicó la utilización de mano de obra familiar y de jornaleros para los periodos pico de las faenas agrícolas⁵ (Lazos, en prensa). Algunos entrevistados mencionan que hubo un mal manejo de los créditos que ofrecía BANRURAL y que estos no eran suficientes, ya que las ganancias eran mínimas debido a los bajos precios del maíz que no compensaban los costos productivos. Inclusive, algunos productores comentan que no alcanzaba para el pago de “la tractoreada”, ni para la compra de insumos como fertilizantes ni para el pago de los jornaleros. Por tanto, en algunas comunidades el modelo agrícola fue sustituyéndose paulatinamente por el modelo ganadero.

En términos de subsidios a la producción, actualmente solo 43% de los entrevistados reciben Proagro (anteriormente conocido como Procampo, Programa de Apoyos Directos al Campo) para cultivos cuyo propósito es tanto para venta como para autoconsumo.

Por estas razones, la superficie agrícola en el municipio de Villa Purificación se ha reducido fuertemente. Si para 1970 había casi 14 000 hectáreas cultivadas, para 2002 se había reducido en dos terceras partes, y para 2010 queda casi solo una décima parte cultivada con respecto a la superficie agrícola de 1970 (SAGARPA, 1994-2001; SAGARPA, 2010; SAGARPA, 2011). Estas reducciones fluctúan fuertemente a lo largo de los últimos diez años (2005-2015). En algunos años la superficie bajó a 1100 hectáreas cosechadas (2011 cuando el Huracán Jova afectó el área), pero en otros años sube considerablemente (2326 hectáreas en 2012).

A pesar de los múltiples fracasos en la producción agrícola y de la tendencia al reemplazo por la ganadería, en todas las comunidades de la cuenca se

improved seeds (Lazos, in press). The *ejidatarios* refer that through these credits they increased the surface destined to sowing and it was necessary to clear areas that still had forests. During that stage, agriculture implied the use of family workforce and day laborers for the peak periods of agricultural tasks⁵ (Lazos, in press). Some interview respondents mentioned that there was ill management of the credits that BANRURAL offered, and that these were not sufficient, since earnings were minimal due to the low prices of maize that did not compensate the productive costs. In fact, some producers mentioned that there was not enough for the payment of “tractor work”, for the purchase of inputs as fertilizers or for payment of day laborers. Therefore, in some communities the agricultural model was gradually substituted by the livestock production model.

In terms of subsidies to production, currently only 43% of the interview respondents receive Proagro (previously known as Procampo, Program of Direct Support to the Farmland) for crops whose purpose is both for sale and for auto-consumption.

For these reasons, the agricultural surface in the municipality of Villa Purificación has been strongly reduced. If by 1970 there were nearly 14 000 hectares cultivated, by 2002 they had decreased by two thirds, and by 2010 there was almost a tenth of the cultivated part compared to the agricultural surface of 1970 (SAGARPA, 1994-2001; SAGARPA, 2010; SAGARPA, 2011). These reductions fluctuated strongly throughout the last ten years (2005-2015). In some years the surface decreased to 1100 hectares harvested (2011 when the Jova Hurricane affected the area), although in other years it increased considerably (2326 hectares in 2012).

Despite the multiple failures in agricultural production and the trend toward land transformation with livestock production, in all the communities of the basin there is primarily maize sowing, to a greater or lesser degree, and associated crops in small surfaces. In fact, despite the trend toward reduction of the maize surface, the production shows strong variation with a recent increasing trend. If, in 2005, the total production was 4118 tons, in 2014 the amount of 8644 tons was exceptionally achieved. The average fluctuates around 4600 annual tons (SIAP, 2015). This would mean that in average years, the maize production would be enough to nourish the population of the municipality.

registra, en mayor o menor medida, la siembra de maíz, principalmente, y de cultivos asociados en pequeñas superficies. Inclusive, a pesar de la tendencia a la reducción de la superficie maicera, la producción muestra fuertes variaciones con tendencia reciente a un incremento. Si en 2005 la producción total fue de 4118 toneladas, en 2014 se lograron excepcionalmente 8644 toneladas. El promedio oscila alrededor de las 4600 toneladas anuales (SIAP, 2015). Esto significaría que en años promedio la producción de maíz alcanzaría para nutrir la población del municipio.

Sistemas ganaderos. La ganadería en la región es de tipo extensiva, con poca regulación, por lo cual además de los potreros y pastizales, los bosques secundarios y matorrales son utilizados para el ramoneo. La superficie dedicada a esta actividad ocupa aproximadamente cuatro veces más que la agrícola y representa el principal uso de suelo del municipio (Plan Municipal de Desarrollo, 2007-2009).

Aproximadamente 93% de los entrevistados tiene ganado distribuido entre varias parcelas (tres a cinco). Los tipos de pastos dispuestos en estas parcelas constituyen mosaicos, ya que se acostumbran a mezclar varias especies, sobre todo de *Andropogon (Andropogon gayanus)*, pasto Guinea o Tanzania (*Megathyrsus maximus*), Jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y, en menor medida, Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). Estas especies se distribuyen en todos los pisos ecológicos para la alimentación del ganado de las razas: cebú (indobrasil y brahmán), suizo, charolais y ganado “corriente” o “criollo”, resultante de mezclas. A decir de los entrevistados, el índice de agostadero, es decir, la superficie requerida para engordar una cabeza de ganado, fluctúa entre 0.75 a 2.86 hectáreas al año, dependiendo de la calidad de pastos, cantidad de lluvia y el manejo del ganado.

Hoy en día solo 24% de los entrevistados recibe subsidios para apoyar la ganadería (PROGAN), lo cual podría indicar que ya no necesariamente la política pública determina este tipo de uso de la tierra, sino más bien que responde a una estrategia de supervivencia de las familias, dado que 82% aprovecha el ganado exclusivamente para su sustento económico. Además, esta actividad se identifica como un medio para restaurar los terrenos, ya que 38% de los entrevistados mencionan que los suelos donde se sembraron pastos se encuentran empobrecidos después de su uso agrícola.

Livestock production systems. Livestock production in the region is extensive, with scarce regulation, which is why in addition to the pasturelands and grasslands, the secondary forests and shrubs are used for foraging. The surface devoted to this activity occupies approximately four times more than agriculture and represents the main use of the municipality's land (Municipal Development Plan, 2007-2009).

Approximately 93% of the interview respondents own livestock distributed among many plots (three to five). The types of grasses organized in these plots constitute mosaics, since they are used to mixing several species, particularly *Andropogon (Andropogon gayanus)*, Guinea or Tanzania grass (*Megathyrsus maximus*), Jaragua (*Hyparrhenia rufa*) and, to a lesser degree, Giant star grass (*Cynodon plectostachyus*). These species are distributed in all the ecological layers to feed livestock of the breeds: zebu (Indo-Brazil and Brahman), Swiss, Charolais and “ordinary” or “creole” livestock, resulting from mixes. According to interview respondents, the pasturage index, that is, the surface required to fatten a head of livestock, fluctuates between 0.75 and 2.86 hectares per year, depending on the quality of the grasses, amount of rainfall, and livestock management.

Today only 24% of the interview respondents receive subsidies to support livestock production (PROGAN), which could indicate that the public policy no longer necessarily defines this type of land use, but rather that it responds to a survival strategy of families, given that 82% takes advantage of livestock exclusively for their economic sustenance. In addition, this activity is identified as a means to restore the lands, since 38% of the interview respondents mention that the soils where grasses were sown are impoverished after their agricultural use.

Despite productive and commercial fluctuations, livestock production activity prevails articulated to the survival strategy of peasant families, strictly linked to agricultural activities. Livestock production begins with savings from good harvests and investment in the breeding of pigs and poultry, inheritance from their parents, mediating contracts with large-scale livestock producers, development and credit programs, or in combination with paid work, but always with the effort, as in most tropical zones, of facing agricultural risks and being able to “keep on going” (Lazos, 1996).

A pesar de los vaivenes productivos y comerciales, la actividad ganadera prevalece articulada a la estrategia de supervivencia de familias campesinas, estrechamente ligada con las actividades agrícolas. La ganadería se inicia por ahorros a partir de buenas cosechas e inversiones en la cría de cochinos y aves, por herencia de sus padres, por contratos de mediería con grandes ganaderos, por programas de desarrollo y crédito o en combinación con el trabajo asalariado, pero siempre con el afán, como en la mayor parte de las zonas tropicales, de hacer frente a los riesgos agrícolas y poder “salir adelante” (Lazos, 1996).

Aproximadamente 93% de los entrevistados tienen al menos una parcela dedicada a la ganadería. En la última década la producción total de carne anual fluctuó fuertemente (desde 4800 a 7600 toneladas anuales), con un promedio de 6290 toneladas. La tendencia en el incremento productivo refleja el alza de los precios. Entre 2006 y 2015 estos se incrementaron desde los \$15/kg en canal a los \$28 y \$32/kg (SIAP, 2015).

Estas actividades productivas van acompañadas de la extracción forestal (principalmente madera), la cual sigue siendo un eje alternativo en varias comunidades. Inclusive, algunas han tenido planes de manejo bajo supervisión estatal, e inclusive, han recibido el Programa de Servicios Ambientales. Las actividades de caza, que en décadas pasadas fueron un eje sociocultural y económico importante, hoy en día representan solo una pequeña parte en la reproducción de las familias. Asimismo, la recolección de plantas alimenticias, medicinales y de ornato han perdido la importancia de antaño (Castillo *et al.*, 2005; Rendón-Carmona *et al.*, 2009; Lazos, en prensa).

Conocimientos y Percepciones sobre los suelos de los agroecosistemas

El conocimiento y la diversidad de perspectivas ambientales sobre los suelos se expresan claramente en la región de estudio en tres aspectos: (i) descripción de la aptitud y manejo del suelo; (ii) identificación de indicadores de degradación; y (iii) conocimiento tradicional de prácticas que mantienen fertilidad y revierten el proceso de degradación de suelo.

A lo largo de la cuenca, los entrevistados identifican características de los suelos a partir de las cuales se puede inferir su calidad y su aptitud (Cuadro 4). El reconocimiento de las características del suelo puede

Aproximadamente 93% de los entrevistados tienen al menos una parcela dedicada a la ganadería. En la última década la producción total de carne anual fluctuó fuertemente (desde 4800 a 7600 toneladas anuales), con un promedio de 6290 toneladas. La tendencia en el incremento productivo refleja el alza de los precios. Entre 2006 y 2015 estos se incrementaron desde los \$15/kg en canal a los \$28 y \$32/kg (SIAP, 2015).

Estas actividades productivas van acompañadas de la extracción forestal (principalmente madera), la cual sigue siendo un eje alternativo en varias comunidades. Inclusive, algunas han tenido planes de manejo bajo supervisión estatal, e inclusive, han recibido el Programa de Servicios Ambientales. Las actividades de caza, que en décadas pasadas fueron un eje sociocultural y económico importante, hoy en día representan solo una pequeña parte en la reproducción de las familias. Asimismo, la recolección de plantas alimenticias, medicinales y de ornato han perdido la importancia de antaño (Castillo *et al.*, 2005; Rendón-Carmona *et al.*, 2009; Lazos, en prensa).

Knowledge and perceptions regarding soils in the agroecosystems

Knowledge and diversity of environmental perspectives regarding soils are expressed clearly in the region of study in three aspects: (i) description of aptitude and management of the soil; (ii) identification of degradation indicators; and (iii) traditional knowledge of practices that maintain the fertility and revert the process of soil degradation.

Along the basin, interview respondents identify characteristics of the soils from which their quality and aptitude can be inferred (Table 4). The recognition of the soil characteristics can be simple, based on color or texture; or complex, when based on the combination of characteristics: color, texture and fertility. Producers can also relate them with difficulty in tilling; others classify the soils in function of their location in the landscape (hill or flat), their texture (mud pit, light, sandy), color (black, red, yellow) and aptitude for certain crops. These results show that 85% of the interview respondents relate the basic characteristics of soils (color, texture, relief) with their aptitude, fertility and ease in tilling. In this sense they recognize clearly the conditions of greater aptitude for the crops. “*The soil is white, light and is on the skirts of the hills. The good soil is black and heavier*

ser simple, basados en el color o la textura; o compleja, al basarse en la combinación de características: color, textura y fertilidad. Los productores también pueden relacionarlas con la dificultad de laboreo; otros clasifican los suelos en función de su ubicación en el paisaje (cerril o plano), su textura (barrial, ligero, arenoso), color (negro, colorada, amarillento) y aptitud para determinados cultivos. Estos resultados muestran que 85% de los entrevistados relacionan las características básicas de los suelos (color, textura, relieve) con su aptitud, fertilidad y facilidad de laboreo. En ese sentido reconocen claramente las condiciones de mayor aptitud de los cultivos. “La tierra corriente es blanca, ligera y está en las faldas de los cerros. La tierra buena es prieta y más pesada y está en las partes planas” (Eusebio Palafox, Llano del Higo); “La tierra negra revuelta con coloradita se pone buena para sembrar” (Álvaro Aguilar, Jirosto). “La tierra más buena es la negra, ahí siembro maíz; en las más corrientes, como la arenosa, siembro los pastos” (José Flores, Paso Real). “En la tierra barrial no se da nada. En la colorada se da pasto y mangos y en la arenosa, solo pastos” (Ramón Giménez, Villa Purificación). Estos resultados coinciden con la clasificación de cosmovisión-conocimiento y manejo de las clasificaciones etnopedológicas de diversas regiones del país (Barrera-Bassols *et al.*, 2006).

A partir de estos resultados podemos inferir que en la zona estudiada, la mayor parte de los productores tienen un amplio conocimiento de las características básicas de los suelos. Esto en sí es importante porque si se conocen las especificidades, aptitudes y vulnerabilidades de los suelos se podría reconocer cuando estos cambian debido a procesos de degradación por los tipos de manejo.

A pesar de reconocer diferencias de relieve y de suelos, y del conocimiento tradicional entre variables y factores, las prácticas de manejo son bastante similares entre las parcelas y, con el paso del tiempo, estas han detonado procesos de degradación. El reconocimiento de la erosión de suelos constituye un primer paso para la adopción de prácticas de conservación (de Graaff *et al.*, 2008). En ese sentido, el conocimiento de los agricultores sobre sus suelos y la identificación de rasgos de erosión posibilita la adopción de prácticas de conservación, aunque siendo este un proceso multifactorial no podemos atribuir las causas de la erosión a un solo factor. Por ello, tenemos que considerar otros aspectos, como las condiciones

and it is in the flat parts” (Eusebio Palafox, Llano del Higo); *“The black soil mixed with the red becomes good for sowing”* (Álvaro Aguilar, Jirosto). *“The best soil is the black, that’s where I sow maize; in the more ordinary, such as the sandy, I sow grasses”* (José Flores, Paso Real). *“Nothing grows in the mud pit soil. In the red soil, grasses and mangos grow; and in the sandy, only grasses”* (Ramón Giménez, Villa Purificación). These results agree with the classification of worldview-knowledge and management of the ethno-pedology classifications of various regions in the country (Barrera-Bassols *et al.*, 2006).

Based on these results we can infer that in the zone studied, most producers have a broad knowledge of basic characteristics of the soils. This in itself is important because if the specificities, aptitudes and vulnerabilities of the soils are understood, it could be recognized when they change due to degradation processes from the types of management.

Despite recognizing differences in relief and soils, and of the traditional knowledge between variables and factors, the management practices are rather similar between plots, and with the passage of time, these have detonated degradation processes. The recognition of soil erosion constitutes a first step for the adoption of conservation practices (de Graaff *et al.*, 2008). In this sense, the knowledge of farmers about their soils and the identification of the characteristics of erosion make it possible to adopt conservation practices, although this being a multifactorial process we cannot attribute the causes of erosion to a single factor. Therefore, we have to consider other aspects, such as both socioeconomic and cultural family conditions, education, technical assistance, experience, productivity, among the main ones (de Graaff *et al.*, 2008).

The first indicators of fertility loss recognized by the interview respondents are: (i) decrease in yield, which in the lowest levels can be of only 500 kilos per hectare; (ii) yellowing of the milpa (chlorosis); (iii) lower moisture retention (especially in the dry season); (iv) soil hardening; (v) increase in pests; and (vi) increase in the use of fertilizers. *“The lands are no longer good, they are very tired, from lack of organic matter, and in any case other crops require a better quality of lands. There are parts where the lands with decline are being washed. Organic matter is lost, heaps loosen and fall, and there is low maize yield”* (Ramón Giménez, Villa Purificación).

Cuadro 4. Características de los tipos de tierra y su manejo, a partir de las entrevistas.
Table 4. Characteristics of the types of land and their management, based on the interviews.

	Tierra negra	Tierra barrial	Tierra roja	Tierra blanca	Lamadal	Talpetatosa	Playosa
Características reconocidas	Plano. Suelo de color negro, porosa	Plano y falda. Es negra tiene "greca" y chupa mucha agua	Falda o cerril (piedemonte, ladera). Es seca en temporal y chiclona en lluvias.	Cerril (ladera) Suelo pedregoso, delgado	Planicie aluvial, inundable. Tiene mucha pudrición de hojas, es de color gris oscuro, es escasa.	Cerro, en monte	Ubicada cerca de los ríos. Es arenosa, tiene abono arrastrado por los ríos
Fertilidad	Es reconocida como la más fértil, suelos profundos.	Es buena, requiere riego	Necesita fertilizantes	Se resaca rápido, no es apta para cultivos; puede ser pedregosa y delgada.	Es buena	No se puede sembrar. Allí dejan las "robladas" (bosques de robles)	Se resaca, es caliente
Cultivos más aptos	Maíz, coamil (maíz-frijol-calabaza). También crece bien el plátano	Se puede poner maíz con riego y pastos	Árboles	En general no se considera apta para cultivos. En caso extremo, con mucho fertilizante se puede sembrar jitomate y papa	Frutales, maíz	No siembran. En caso extremo ponen pastos	
Pastos más aptos	Pasto guinea, jaragua	Pastos en general	Pasto jaragua	Pastos guinea, estrella de África, roblada			
Otros usos		Ladrillos y teja	Ladrillos				

Fuente: elaboración propia. ♦ Source: authors' elaboration.

familiares tanto socioeconómicas como culturales, la educación, la asistencia técnica, la experiencia, la productividad, entre los principales (de Graaff *et al.*, 2008).

Los primeros indicadores de pérdida de fertilidad reconocidos por los entrevistados son: (i) disminución del rendimiento, que en los niveles más bajos puede ser de solo 500 kilos por hectárea; (ii) amarillamiento de la milpa (clorosis); (iii) menor retención de humedad (especialmente en la época de secas); (iv) endurecimiento del suelo; (v) aumento de plagas; y (vi) incremento en el uso de fertilizantes. “Las tierras ya no son buenas, ya están muy cansadas, por falta de materia orgánica, de todas formas otros cultivos requieren mejor calidad de terrenos. Hay partes en que se está lavando son terrenos con declive. Se va llevando la materia orgánica, se afloja y caen los mogotitos, y hay poco rendimiento de maíz” (Ramón Giménez, Villa Purificación).

Los propios entrevistados identifican a varias de sus prácticas como las principales causantes del deterioro del suelo; 36% de los entrevistados menciona que la quema precedida por la lluvia genera una fuerte pérdida de suelo.

Estrategias para el mantenimiento multifuncional y sustentable de los agroecosistemas

Mantener la multifuncionalidad y sustentabilidad de los agroecosistemas requiere que estos sigan produciendo bienes y servicios ambientales a corto y largo plazo, interrelacionando las necesidades familiares y las condiciones ecológicas óptimas (Huber-Sannwald *et al.*, 2012). En términos sociales, las decisiones de los agricultores se basan en sus percepciones, oportunidades y limitaciones (Vandermeer *et al.*, 1998; Lazos y Paré, 2000). Por un lado, las creencias, valores y condiciones socioeconómicas influyen en la toma de decisiones de los agricultores sobre prácticas de conservación de suelos (Traoré *et al.*, 1998; Lazos y Paré, 2000; Lazos, 2008). Además, la experiencia y la edad pueden tener un impacto positivo en relación con el conocimiento de los impactos de la degradación de los suelos (Lee y Zhang, 2005).

Al identificar los problemas de erosión y la pérdida de fertilidad de suelos, los productores mencionaron prácticas que les permiten recuperar y conservar las condiciones edáficas con el objetivo de mantener su

The interview respondents themselves identify several of their practices as the main causes of soil deterioration; 36% of the interview respondents mention that the burning preceded by rain generates a strong soil loss.

Strategies for the multifunctional and sustainable maintenance of agroecosystems

Maintaining the multifunctionality and sustainability of agroecosystems requires for these to continue producing environmental goods and services in the short and long term, interrelating family needs and optimal ecological conditions (Huber-Sannwald *et al.*, 2012). In social terms, the decisions of farmers are based on their perceptions, opportunities and limitations (Vandermeer *et al.*, 1998; Lazos and Paré, 2000). On the one hand, beliefs, values and socioeconomic conditions influence farmers' decision making regarding soil conservation practices (Traoré *et al.*, 1998; Lazos y Paré, 2000; Lazos, 2008). In addition, experience and age can have a positive impact in relation to the knowledge of impacts on soil degradation (Lee and Zhang, 2005).

When identifying the problems of erosion and the loss of fertility in soils, the producers mentioned practices that allow them to recover and conserve soil conditions with the objective of maintaining their viability in time. These internalized practices within the production systems consume time, workforce and economic resources (Table 5).

The deterioration caused by the management practices is addressed through different strategies. As in other regions of the country (Silva *et al.*, 2010, and Eakin *et al.*, 2009), the most frequently used is the abandonment of rainfed agricultural areas, or else, their conversion to grazing areas. Thus, in the region, the most common practice is resting the cultivation lands, which can happen in two modalities: a) the whole plot, which can vary from one to three years; b) only one part of the agricultural plot in rotation. Another practice usually used to revert the conditions of soil degradation is “converting to pasture”, which consists in sowing grass to improve the soil structure and with it, increase moisture retention. This change can be permanent with pasturelands, or else, rainfed where the soil is “converted to pasture” to allow its recovery in terms of fertility and to obtain a monetary

viabilidad en el tiempo. Estas prácticas internalizadas dentro del sistema de producción consumen tiempo, mano de obra y recursos económicos (Cuadro 5).

El deterioro ocasionado por las prácticas de manejo es abordado a través de distintas estrategias. Al igual que en otras regiones del país (Silva *et al.*, 2010 y Eakin *et al.*, 2009), la más utilizada es el abandono de las áreas agrícolas de temporal, o bien, su conversión hacia áreas de pastoreo. Así, en la región, la práctica más común es el descanso de la tierra de cultivo, que puede darse en dos modalidades: a) toda la parcela, la cual puede variar entre uno y tres años; b) solo una parte de la parcela agrícola de forma rotativa. Otra práctica usualmente utilizada para revertir las condiciones de degradación del suelo es “empastar”, que consiste en sembrar pasto para mejorar la estructura del suelo y con ello incrementar la retención de humedad. Este cambio puede ser permanente con potreros, o bien, temporal, donde se “empasta” el suelo para permitir su recuperación en términos de fertilidad y obtener un ingreso monetario por la venta de ganado criado en estas tierras. El deterioro del suelo promueve la transición del cultivo de maíz a pastizal, es decir, que la erosión del suelo constituye una de las causas más importantes del cambio de uso del suelo (Bakker *et al.*, 2005).

El incremento de pastos ya no responde solo al apoyo gubernamental recibido o al alza de precios del ganado, sino que constituye una estrategia para la recuperación de tierras empobrecidas.

income from the sale of livestock bred in these lands. Soil deterioration promotes the transition from maize cultivation to grassland, that is, soil erosion constitutes one of the most important causes for change in land use (Bakker *et al.*, 2005).

The increase of grasses no longer responds only to the government support received or to the rise in livestock prices, but rather it constitutes a strategy for the recovery of impoverished lands.

These practices can be carried out alone, or else, in a combined way. Many times resting the land can be accompanied by “conversion to grassland” or by the incorporation of fertilizer. The decrease in soil movement on the hillside is achieved using the hoe, in order to reduce the intensity of tilling. Despite this, some producers do not consider that the soils are found in a situation of high vulnerability: “*The soil erosion is not grave, serious, but it is a problem, the land is weak, then the plant also and any disease affect them*” (Ramón Giménez, Villa Purificación).

In the zones with grasslands, the practices to avoid water erosion consist primarily in not burning, practice associated to soil deterioration; instead, they “strike with a machete” the vegetation and apply herbicides, without considering the collateral impacts. To recover the fertility they also tend to reforest with local varieties, since the incorporation of fallen leaves into the soil constitutes an important practice to recover its fertility. For most of the producers, the

Cuadro 5. Prácticas más comunes para mantener fertilidad o evitar deterioro de suelos.

Table 5. Most common practices to maintain fertility and/or avoid soil deterioration.

Prácticas	Sistemas agrícolas	Sistemas ganaderos	Ambos sistemas
Descanso (1 a 3 años)			x
Empastar (pasar de agricultura a pastos)	x		
Rotar uso de semilla de un mismo cultivo			x
Rotar cultivos	x		
No fertilizar con químicos	x		
Usar estiércol de ganado	x		
Dejar hojas para su “pudrición”	x		
Rellenar de tierra y piedra los “hoyancos” para detener corriente de agua		x	
Reforestar con variedades locales			x
Construir “barricadas” con material vegetal o piedras			x
No quemar (limpiar con machete u herbicidas)			x
Hacer surcos de contorno	x		
Rotar el ganado entre las parcelas		x	
Sembrar con coa en laderas (evita remoción de suelos)	x		
Construcción de bordos “calzadas” para almacenar agua			x

Fuente: elaboración propia. ♦ Source: authors’ elaboration.

Estas prácticas pueden realizarse solas, o bien, de manera combinada. Muchas veces, el descanso de la tierra puede ir acompañado del “empaste” o de la incorporación de fertilizante. La disminución del movimiento de suelos en ladera se logra a través del uso de la coa, por reducir la intensidad de labranza. A pesar de esto, algunos productores no consideran que los suelos se encuentren en una situación de alta vulnerabilidad: “Grave, grave no está el suelo, pero si es un problema, la tierra está débil, entonces la planta también y cualquier enfermedad le pega” (Ramón Giménez, Villa Purificación).

En las zonas con pastizales, las prácticas para evitar la erosión hídrica consisten principalmente en no quemar, práctica asociada al deterioro del suelo; en cambio, “machetean” la vegetación y aplican herbicidas, sin considerar los impactos colaterales. Para recuperar la fertilidad también suelen reforestar con variedades locales, ya que la incorporación de la hojarasca al suelo constituye una práctica importante para recuperar su fertilidad. Para la mayor parte de los productores, la incorporación de estiércol es una fuente de fertilidad para los suelos, por lo cual procuran su uso regular. En cambio, casi nadie realiza compostas. Construir “barricadas” y “calzadas” permite detener los flujos de escorrentía, sobre todo en zonas de laderas; rotar el ganado y dejar descansar la tierra para dejar crecer el pasto (por tres años, aproximadamente). A excepción de la aplicación de herbicidas, los entrevistados mencionan que estas prácticas son las mismas que hacían sus padres, aunque actualmente las realizan de manera menos frecuente.

No obstante la desconfianza hacia los apoyos gubernamentales, la mayoría de los entrevistados (65%) consideran que debe ser el gobierno el responsable de la conservación de los suelos, a través principalmente de asistencia técnica y de recursos económicos. Otras limitaciones identificadas para la introducción de prácticas de conservación constituyen: (i) la falta de recursos económicos, (ii) la escasa organización social, considerando que la mayor parte de las tierras tienen un carácter social y las decisiones pasan por las asambleas comunitarias; y (iii) la calidad del trabajo. Este último aspecto fue repetitivo en los entrevistados de la cuenca que señalan el gran esfuerzo que requiere conservar la multifuncionalidad de los agroecosistemas.

Además del incremento de los rendimientos, la mayoría de los entrevistados reconocen diversos beneficios de la conservación de suelos, como mantener

incorporation of manure is a source of fertility for the soils, which is why they will be able to obtain their regular use. Instead, nearly no one establishes composts. Building “barricades” and “avenues” allows stopping the runoff flows, particularly in hillside zones; rotating the livestock and resting the land to let the grass grow (for three years, approximately). Except the application of herbicides, the interview respondents mentioned that these practices are the same that their parents carried out, although today they perform them in a less frequent way.

Despite the lack of trust toward government backing, most of the interview respondents (65%) consider that the government should be responsible for soil conservation, primarily through technical assistance and economic resources. Other limitations identified for the introduction of conservation practices constitute: (i) the lack of economic resources, (ii) the scarce social organization, taking into consideration that most of the lands have a social character and decisions are made by community assemblies; and (iii) the quality of the work. This last aspect was repetitive in the interview respondents from the basin who point to the great effort that conserving the multifunctionality of agroecosystems requires.

In addition to the increase in yields, most of the interview respondents recognize diverse benefits of soil conservation, such as maintaining moisture and decreasing production costs from the reduction in fertilizer use, while in the high part of the basin stopping the speed of the water courses, channeling it and avoiding landslides acquires a greater importance.

When provoking low productivity and low profitability, soil deterioration can also induce a migration process of young people and adults from the region to generate better income and diversify the strategies that sustain the families of the southern coast (Gray, 2011). For some authors this process can provoke a decrease in pressures on lands with erosion (Laczko and Aghazarm, 2009). However, the departure of the young population leaves an ageing farmland (González, 2015) with few economic and human possibilities to innovate conservation practices. This situation tends to become aggravated, since, as it happens in other regions of Mexico, with migration, young people’s interest in the responsibilities of community life tends to decrease, weakening the social forms of

la humedad y disminuir los costos de producción por la reducción en el uso de fertilizantes, mientras que en la parte alta de la cuenca adquiere una mayor importancia detener la velocidad de los cursos de agua, encauzarla y evitar deslaves.

Al provocar una baja productividad y una baja rentabilidad, el deterioro de los suelos puede inducir también un proceso de migración de jóvenes y adultos de la región para generar mejores ingresos y diversificar las estrategias que mantienen a las familias de la costa sur (Gray, 2011). Para unos autores este proceso puede provocar una disminución de presiones sobre las tierras erosionadas (Laczko y Aghazarm, 2009). Sin embargo, la partida de la población joven deja un campo envejecido (González, 2015) con pocas posibilidades económicas y humanas para innovar prácticas de conservación. Esta situación tiende a agravarse ya que, como sucede en otras regiones de México, con la migración el interés de los jóvenes en las responsabilidades de la vida comunitaria tiende a disminuir, debilitando las formas sociales de organización (Merino, 2004). En las comunidades estudiadas se registró que 81% de la familia cercana de los entrevistados (padres, hijos o hermanos) habían migrado en algún momento, o bien, ya tenían residencia permanente en los Estados Unidos. Entre ellos, 59% de los migrantes son hijos de los entrevistados, quienes aportan una fuente importante de ingreso a través de las remesas. Esto es importante, ya que la falta de mano de obra repercute en la poca inversión para la conservación de los suelos.

Las decisiones de los actores sociales pueden incrementar o disminuir funciones y servicios ecosistémicos de los agroecosistemas (Swinton *et al.*, 2007; Van der Ploeg *et al.*, 2009). En ese sentido, los agroecosistemas de la parte alta de la cuenca (Figura 2) mantienen ciertas funciones y servicios ecosistémicos particulares, como mantener el patrimonio biocultural de la alimentación y la conservación de la agrobiodiversidad (maíces y frijoles). Mientras la primera función se puede evaluar en el corto plazo y a nivel local, la segunda juega un papel importante para el mantenimiento a largo plazo del agroecosistema y su conservación a otras escalas (Vandermeer *et al.*, 1998; Brookfield y Padoch, 1994). Como ocurre en otras regiones en México (Arnés *et al.*, 2013), los agroecosistemas tradicionales no están centrados en obtener el rendimiento máximo de un solo producto, sino en mantener una mayor diversificación de cultivos.

organization (Merino, 2004). In the communities studied it was found that 81% of the family close to the interview respondents (parents, children or siblings) had migrated at some point, or else, already had permanent residence in the United States. Among them, 59% of the migrants are the interview respondents' children, who contribute an important source of income through remittances. This is important, since the lack of workforce has an impact on the low investment for soil conservation.

The decisions of social actors can increase or decrease ecosystem functions and ecosystem services of the agroecosystems (Swinton *et al.*, 2007; Van der Ploeg *et al.*, 2009). In this sense, the agroecosystems of the of the high part of the basin (Figure 2) sustain certain particular ecosystem functions and services, such as maintaining the biocultural heritage of the diet and the conservation of agrobiodiversity (maize and bean). While the first function can be evaluated in the short term and at the local level, the second plays an important role for maintenance in the long term of the agroecosystem and its conservation at different scales (Vandermeer *et al.*, 1998; Brookfield and Padoch, 1994). As it happens in other regions in Mexico (Arnés *et al.*, 2013), traditional agroecosystems are not focused on obtaining the maximum yield of a single product, but rather in maintaining a greater diversification of crops.

On the other hand, in the middle part the provision of foods to regional and international markets stands out, with beneficiaries at larger scales, although these agroecosystems are more vulnerable in face of price fluctuation and climate variability (INEGI, 2012).

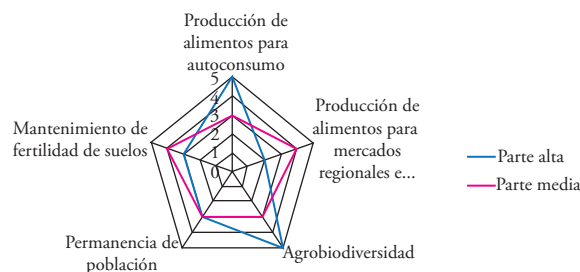


Figura 2. Esquema sobre bienes y servicios generados por los agroecosistemas ubicados en la parte alta y media de la cuenca del Río Cuitzmala.

Figure 2. Plans on goods and services generated by the agroecosystems located in the high and medium part of the Cuitzmala River Basin.

Por otro lado, en la parte media sobresale la provisión de alimentos a mercados regionales e internacionales, con beneficiarios a escalas mayores, aunque estos agroecosistemas sean más vulnerables ante la fluctuación de precios y la variabilidad climática (INEGI, 2012).

CONCLUSIONES

Los agroecosistemas de la cuenca del Río Cuitzmala expresan la diversidad de interacciones entre las sociedades y los ecosistemas, basadas en los conocimientos, percepciones y prácticas de los pobladores sobre sus tierras, en las distintas condiciones ecohidrográficas y geomorfológicas.

Como sistema complejo, el análisis de los agroecosistemas se realizó de manera simultánea a distintas escalas, tanto espacial como temporal.

La diferenciación de los agroecosistemas está dada tanto por los aspectos biofísicos de la cuenca como por condiciones socioeconómicas. Las biofísicas determinan fuertemente la estructura de los agroecosistemas de la parte alta, debido a las limitaciones que impone el relieve, los suelos superficiales y la escasa presencia de agua de riego, mientras que las socioeconómicas influyen en mayor medida sobre los de la parte media, debido al acceso al mercado y a la infraestructura de riego.

El conocimiento de la aptitud de los suelos y de sus causas de degradación es reflejo del tiempo de aprendizaje y del proceso de prueba-error que durante mucho tiempo y bajo diversas condiciones se ha construido entre los pobladores. Este conocimiento constituye la base para incrementar la adaptación de estos agroecosistemas (Altieri *et al.*, 2015) y también para identificar las prácticas de manejo a las que mejor responden los agroecosistemas.

En el caso de las comunidades analizadas, la mayoría de las prácticas de conservación de suelos que los agricultores de hoy realizan son iguales a aquellas que hacían sus padres, pero con una intensidad menor y con escasa innovación y adaptación de prácticas que permita un mejor manejo de la tierra para hacer frente a las nuevas condiciones agroecológicas y sociales de los productores. Hoy en día los campesinos están disminuyendo la frecuencia y continuidad de las prácticas de conservación de suelos que permitían la producción de bienes y servicios de estos agroecosistemas. La conservación de los suelos en la parte

CONCLUSIONS

The agroecosystems of the Cuitzmala River Basin express the diversity of interactions between societies and ecosystems, based on the knowledge, perceptions and practices of the inhabitants about their lands, in the different eco-hydrographic and geo-morphologic conditions.

As a complex system, the analysis of agroecosystems was carried out simultaneously at different scales, both spatial and temporal.

The differentiation of agroecosystems is defined both by the biophysical aspects of the basin and by socioeconomic conditions. The biophysical aspects strongly define the structure of the agroecosystems of the high part, due to the limitations that the relief, the superficial soils and the scarce presence of irrigation water impose, while the socioeconomic ones influence to a greater degree on those of the middle part, due to access to the market and to the irrigation infrastructure.

The knowledge of the aptitude of soils and their causes for degradation reflects the time of learning and of the trial-and-error process that has been established between inhabitants during a long time and under diverse conditions. This knowledge constitutes the basis to increase the adaptation of these agroecosystems (Altieri *et al.*, 2015) and also to identify the management practices to which agroecosystems respond best.

In the case of the communities analyzed, most of the soil conservation practices that farmers perform today are equal to those that their parents made, but with a lower intensity and with scarce innovation and adaptation of practices that allows a better management of land to deal with the new agroecological and social conditions of producers. Nowadays, peasants are decreasing the frequency and continuity of the soil conservation practices that allow the production of goods and services in these agroecosystems. Soil conservation in the high part of the basin is not enough to revert the processes of ecological deterioration.

The study shows that the multifunctionality of the agroecosystems responds to a broad range of environmental, social, institutional, cultural, political and economic factors. The position of the plots in the basin defines the availability of

alta de la cuenca no es suficiente para revertir los procesos de deterioro ecológico.

El estudio muestra que la multifuncionalidad de los agroecosistemas responde a un amplio rango de factores ambientales, sociales, institucionales, culturales, políticos y económicos. La posición de las parcelas en la cuenca determina la disponibilidad de recursos, el acceso a infraestructura de riego, de caminos y el acceso a los mercados⁶. La exigua organización social dificulta los trabajos de conservación y la búsqueda de apoyos gubernamentales. Las políticas públicas impulsan la transformación del territorio hacia la ganadería y la agricultura comercial, y la migración constituye una causa y una consecuencia de estas limitaciones.

Sin embargo, el establecimiento de las prácticas de conservación de suelos es quizás lo que posibilite la permanencia de los agroecosistemas, ya que impactan sobre propiedades y procesos del ecosistema. Además, estos agroecosistemas presentan una rápida recuperación, atribuida “a la baja intensidad del manejo agropecuario en la zona, a la existencia de grandes áreas en abandono, con procesos sucesionales activos, y a la fuente de biodiversidad del mismo BTS (bosque tropical seco)” (Gavito *et al.*, 2014).

No obstante, bajo las políticas agropecuarias de las últimas décadas y la alta fluctuación de precios en detrimento de los productores, los beneficios económicos y sociales obtenidos de los agroecosistemas no han satisfecho las aspiraciones y expectativas de las generaciones recientes, lo cual se expresa en el alto porcentaje de migración. Esto nos lleva a la conclusión de que bajo las condiciones político-económicas actuales, los agroecosistemas y los servicios ecosistémicos generados no están permitiendo la reproducción de las condiciones sociales y culturales de los habitantes de la cuenca. Esto resulta en la gran paradoja de la región: una riqueza en biodiversidad, la cual ha sido fuertemente mermada, pero al mismo tiempo existe pobreza y marginación entre las poblaciones que forman parte de la cuenca del Cuitzmala, la cual fluctúa dependiendo del flujo de las migraciones de sus habitantes jóvenes.

NOTAS

³⁶La noción de multifuncionalidad de la agricultura se refiere a la totalidad de productos, servicios y externalidades creados por la actividad agrícola y que

resources, access to infrastructure for irrigation, roads and access to markets⁶. The meagre social organization makes the conservation works and the search for government backing difficult. The public policies drive the transformation of the territory to livestock production and commercial agriculture, and migration constitutes a cause and consequence of these limitations.

However, the establishment of soil conservation practices is perhaps what makes the permanence of agroecosystems possible, since they have an impact on properties and processes of the ecosystem. In addition, these agroecosystems present a fast recovery, attributed “to the low intensity of agriculture and livestock management in the zone, to the existence of large areas in abandonment, with active successional processes, and to the source of biodiversity of the DTF (dry tropical forest) itself” (Gavito *et al.*, 2014).

However, under the agriculture and livestock policies of recent decades and the high fluctuation in prices in detriment of producers, the economic and social benefits obtained from the agroecosystems have not satisfied the aspirations and expectations of recent generations, which is expressed in the high percentage of migration. This leads us to the conclusion that under the current political-economic conditions, the agroecosystems and the ecosystem services generated are not allowing the reproduction of the social and cultural conditions of the basin's inhabitants. This results in the great paradox of the region: wealth in biodiversity, which has been strongly decreased, but at the same time poverty and marginalization among the populations that are part of the Cuitzmala basin, which fluctuates depending on the flow of migrations of its young residents.

—End of the English version—

-----*-----

tienen un impacto directo o indirecto sobre la economía y la sociedad en su conjunto. Estas producciones conjuntas tienen la característica de ser poco o mal reguladas por el mercado, en particular aquellas que tienen una incidencia social o ambiental” (Bonnal, 2003: 8). ♦ “The notion of multifunctionality of agriculture refers to the totality of products, services and externalities created by the agricultural activity and which have a direct or indirect impact on the

economy and society as a whole. These joint productions have the characteristic of being slightly or badly regulated by the market, in particular those that have a social or environmental impact” (Bonnal, 2003: 8).⁴ Si bien el poblado de Jocotlán no se encuentra propiamente en la cuenca del Cuitzmala, parte de las áreas de cultivo y las áreas forestales de la comunidad agraria de Jocotlán se extiende sobre esta cuenca. Las entrevistas se refieren a los productores cuyas tierras forman parte de la cuenca Cuitzmala. ♦ Although the population of Jocotlán is not located, strictly speaking, in the Cuitzmala Basin, part of the cultivation areas and forest areas of the agrarian community from Jocotlán extend over this basin. The interviews refer to the producers whose lands are part of the Cuitzmala Basin.

⁵La contratación de jornaleros se hacía casi exclusivamente en las faenas más intensas del ciclo agrícola, ya que durante este tiempo el pago de un jornal era elevado y no costeable. Además consideraron que el costo del jornal había aumentado, debido a la demanda de trabajadores para el cultivo de marihuana en la región. ♦ Hiring day laborers was done almost exclusively during the most intensive tasks of the agricultural cycle, since during that time the payment of one workday was high and unaffordable. In addition, they considered that the cost of the workday had increased, due to the demand for workers for marijuana cultivation in the region.

⁶Esto ha sido fundamental para poder innovar prácticas y cultivos, inclusive entre las sociedades ganaderas. Pabelo, ejido fuertemente ganadero y forestal, comenzó un proyecto de la siembra de aguacates. Sin embargo, los caminos tan deteriorados impidieron la comercialización del producto. Por ende, actualmente las parcelas de aguacate están abandonadas. ♦ This has been fundamental to be able to innovate practices and crops, even among the livestock producing societies. Pabelo, a strongly livestock and forest *ejido*, began a project of sowing avocado. However, very deteriorated roads prevented the commercialization of the product. Thus, presently, avocado plots have been abandoned.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco de la Convocatoria Ciencia Básica SEP-CONACYT 50955 “Desarrollo interdisciplinario de modelos conceptuales he-

rramientas metodológicas para el estudio de los servicios ecosistémicos”, financiado por CONACYT”. La Dra. Lazos también agradece el financiamiento del proyecto “Vulnerabilidad e Instituciones Culturales y Sociales en el Manejo de los Recursos Naturales: Servicios Ecosistémicos en Cuitzmala, Jalisco” (Proyecto PAPIIT IN402908)”.

Agradecemos el compromiso y la responsabilidad de la M. en A. Dulce María Espinosa, Lic. Gabriel Torales Ayala, Amaranta Cabrera Pimentel, Rosa Rodríguez y Lic. Georgina Vences por el trabajo de campo realizado en las comunidades de estudio. Igualmente, agradecemos el trabajo bibliográfico y la organización de la información sistematizada a la Lic. Tania Flores Gutiérrez y la búsqueda de datos al Lic. Edgar Guzmán Prieto.

LITERATURA CITADA

- Acuña R. (ed). 1988. Relaciones geográficas del siglo XVI. Nueva Galicia. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Altieri, M. 1987. Agroecology: the scientific basis for alternative agriculture, Estados Unidos de América, Westview Press.
- Altieri, M., Nicholls C., Henao A., y Lana M. 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *In: Agron. Sustain. Dev.* núm. 35, pp: 869-890.
- Arnés E., Antonio J., del Val E., and Astier M. 2013. Sustainability and climate variability in low-input peasant maize systems in the central Mexican highlands. *In: Agriculture, Ecosystems and Environment* 181, pp: 195-205.
- Ayala-Ortiz, D. 2007. Entre la desestructuración y la multifuncionalidad: la paradoja de la agricultura campesina en México. Tesis de Doctorado en Problemas Económico Agroindustriales, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Ayala-Ortiz, D. 2011. La multifuncionalidad y la ecocondicionalidad como alternativa para el desarrollo rural sustentable. *Economía y Sociedad*, julio-diciembre, XIV(28), pp: 55-62.
- Bakker, M., Govers, G., Kosmas, C., Vanacker, V., van Oost, K., and Rounsevell M. 2005. Soil as a driver of land-use change. *In: Agriculture, Ecosystems and Environment*, núm.105, pp: 467-481.
- Barrera-Bassols N., Zinck A., and Van Ranst E. 2006. Symbolism, knowledge and management of soil and land resources in indigenous communities: Ethnopedology at global, regional and local scales. *Catena* núm.65, pp: 118-137.
- Bonnal, P. 2003. Multifuncionalidad de la agricultura y Nueva Ruralidad ¿Reestructuración de las políticas públicas a la hora de la globalización?, Universidad Javeriana, CLACSO, REDCAPA.
- Brookfield, H., and Padoch, C. 1994. Appreciating Agrodiversity: A Look at the Dynamism and Diversity of Indigenous Farming Practices, *Environment. In: Science and Policy for Sustainable Development* Vol. 36 (5), pp: 6-45.
- Burgos A., y Bocco G. 2015. La cuenca hidrográfica como espacio geográfico. *In: Burgos A., Bocco G., Sosa J. (eds) Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*, México: CIGA-UNAM. pp: 11-29.

- Castillo A., Magaña, M. A., Pujadas, A., Martínez, L., y C. Godínez. 2005. Understanding the interaction of rural people with ecosystems: a case study in a tropical dry forest of México. *In: Ecosystems*, núm 8, pp: 630-643.
- Chambers, R. 1983. *Rural Development: Putting the Last First*, Nueva York: John Wiley.
- Cotler, H., Durán, E., y C. Siebe. 2002. Caracterización morfoedafológica y calidad de sitio de un bosque seco caducifolio *In: Noguera F (eds) Historia Natural de Chamela*, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. pp: 18-35.
- Cotler, H., y Ortega Larrocea M.P. 2006. Effects of land use on soil erosion in a tropical dry forest ecosystem, Chamela watershed, Mexico. *In: Catena*, núm. 65, pp: 107-117.
- de Graaff J, Amsalu A, Bodnar F, Kessler A, Posthumus H, and Tenge A. 2008. Factors influencing adoption and continued use of longterm soil and water conservation measures in five developing countries. *In: Appl Geogr* 28, pp: 271-280.
- Eakin, H., Winkels A., and Sendzimir J. 2009. Nested vulnerability: exploring crossscale linkages and vulnerability teleconnections in Mexican and Vietnamese coffee systems. *In: Environmental Science & Policy* vol.12 núm 4, pp: 398-412.
- Ellen, R. 1982. *Environment, Subsistence and System*, Nueva York: Cambridge University Press.
- García-Oliva F, Sanford R.L., and Kelly E. 1999. Effects of slash-and-burn management on soil aggregate organic C and N in a tropical deciduous forest. *Geoderma* núm. 88, pp: 1-12.
- Garrido A., Pérez D.J., y Enríquez G. 2010. Delimitación de las zonas funcionales de las cuencas hidrográficas de México. *In: H. Cotler (coord) Las cuencas hidrográficas de México*. México: Instituto Nacional de Ecología, Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. pp: 14-17.
- Gavito, E.M., Martínez-Yrizar, A., Ahedo, R., Araiza, S., Ayala, B., Ayala, R., Balvanera, P., Benítez, J., Cotler, H., Jaramillo, V., Maass, M., Martínez Hernández, L., Martínez Meyer, E., Mazari, M., Nava Mendoza, M., Ortega, M., Renton, y K., Siddique, I. 2014. La vulnerabilidad del socio-ecosistema de bosque tropical seco de Chamela, Jalisco, al cambio global: un análisis de sus componentes ecológicos y sociales. *In: Investigación Ambiental*, 6 núm.2, pp:109-126.
- González K.D. 2015. Envejecimiento demográfico en México: análisis comparativo entre las entidades federativas, 113-129. *In: Comisión Nacional de Población, La situación demográfica de México 2015*, México.
- Gray L. C. 2011. Soil Quality and Human Migration in Kenya and Uganda. *In: Global Environmental Change* 21(2), pp: 421-430.
- Haberl, H., V. Winiwarter, K. Andersson, R. U. Ayres, C. Boone, A. Castillo, G. Cunfer, M. Fischer-Kowalski, W. R. Freudenburg, E. Furman, R. Kaufmann, F. Krausmann, E. Langthaler, H. Lotze-Campen, M. Mirtl, C. L. Redman, A. Reenberg, A. Wardell, B. Warr, and Zechmeister H. 2006. From LTER to LTSER: conceptualizing the socioeconomic dimension of long-term socioecological research. *In: Ecology and Society* 11(2), pp: 13.
- Hart, R. 1985. *Agroecosistemas: conceptos básicos*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Hernández-Xolocotzi, Efrain (coord). 1981. *Agroecosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola*. México: El Colegio de Postgraduados, 2ª edición.
- Huber-Sannwald, E., Ribeiro, P.M., Arredondo, M.T.J., Braasch, M., Martinez, P.R., García de Alba, J., and Monzalvo K. 2012. Navigating challenges and opportunities of land degradation and sustainable livelihood development in dryland social-ecological systems: a case study from Mexico. *In: Phil. Trans. R. Soc B.*, núm.367, pp: 3158-3177.
- INEGI. 2010. Censo de Población y vivienda. Tabulados Básicos, 2011, México.
- INEGI. 2012. Encuesta Nacional Agropecuaria, Tabulados Básicos, 2010, México.
- Jaramillo, V., and Sanford, R.L. 1995. Nutrient cycling in tropical deciduous forests. *In: S. H. Bullock, H. A. Mooney, E. Medina (eds) Seasonally dry tropical forests*, 346-361. Inglaterra: Cambridge University Press. pp: 346-361.
- Laczko, F., and Aghazarm C. 2009. Introduction and Overview: Enhancing the knowledge base. *In: Laczko F, Aghazarm C. (eds) Migration, environment and climate change: Assessing the evidence*. International Organization for Migration. pp: 7-40.
- Lazos Chavero, E. 1995. La milpa en el sur de Yucatán: Dinámica y crisis. *In: Hernández-Xolocotzi, E., E. Bello y S. Levy (comp) La milpa en Yucatán. Un sistema de producción agrícola tradicional*, México. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. pp: 565-608.
- Lazos Chavero, E. 1996. La Ganaderización de dos Comunidades Veracruzanas: Condiciones de la Difusión de un Modelo Agrario. *In: Paré, L. y M.J. Sánchez (eds) El ropaje de la tierra. Naturaleza y Cultura en cinco zonas rurales*, México. IIS-UNAM-Plaza y Valdés. pp: 177-242.
- Lazos Chavero, E. 2008. La fragilidad de la biodiversidad: Semillas y suelos entre una conservación y un desarrollo empobrecido. *In: Seefoó, J. Luis (coord). Desde los colores del maíz: Una agenda para el campo mexicano*. México. El Colegio de Michoacán. pp: 457-487.
- Lazos Chavero, E. 2013. Resistencias de las sociedades campesinas: ¿control sobre la agrodiversidad y la riqueza genética de sus maíces? *In: Padilla, T. (coord) El campesinado y su persistencia en la actualidad mexicana*, México. Fondo de Cultura Económica, Conaculta.
- Lazos Chavero, E. (coord). (en prensa). *Memorias agrarias, vivencias ambientales: Pueblos en movimiento en Villa Purificación*, Jalisco, Ed. IIS-UNAM, México, D.F.
- Lazos E., y Paré, L. 2000. Miradas indígenas sobre una naturaleza entristecida. Percepciones del deterioro ambiental entre nahuas del sur en Veracruz, México. Plaza y Valdés/UNAM-Instituto de Investigaciones Sociales.
- Lee, H.F, and Zhang D. D. 2005. Perceiving land-degradation activities from the lay perspective in northern China. *In: Environmental Management* 36 (5), pp: 711-725.
- Maass, J.M., Jaramillo V., Martínez-Yrizar A., García-Oliva F, Pérez-Jiménez A., y Sarukhán J. 2002. Aspectos funcionales del ecosistema de selva baja caducifolia en Chamela, Jalisco. *In: Noguera F (ed). Historia natural de Chamela*, Universidad Nacional Autónoma de México. pp: 525-542.
- Maass, J.M., Balvanera, P., Castillo, A., Daily, C.G., Mooney, A.H., Ehrlich, P., Quesada, M., Miranda, A., Jaramillo, V., García-Oliva, F, Martínez-Yrizar, A., Cotler, H., López-Blanco, J., Pérez-Jimenez, A., Búrquez, A., Tinoco, C., Ceballos, G., Barraza, L., Ayala, R., and Sarukhán, J. 2005. Ecosystem services of tropical dry forests: insights from long-term ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *In: Ecology &*

- Society 10. pp:1-17.
- Maass, J.M., Ahedo-Hernández R., Araiza S., Verduzco A., Martínez-Yrizar A., Jaramillo V., Parker G., Pascual F., García-Méndez G., and Sarukhán J. 2017. Long-term (33 years) rainfall and runoff dynamics in a tropical dry forest ecosystem in western Mexico: Management implications under extreme hydrometeorological events. *Forest Ecology and Management*.
- Martínez Trinidad, S. 2007. La agregación del suelo como indicador de calidad en un ecosistema tropical seco Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo.
- Meléndez, F.J. 1999. Hidrogeografía de la Cuenca del río Cuitzmala, Jalisco. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras.
- Merino, L. 2004. Conservación o deterioro. El impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en los usos de los bosques en México. Instituto Nacional de Ecología-Consejo Civil Mexicano para la silvicultura sostenible A.C.
- Municipio de la Huerta-Jalisco. 2007. Plan Municipal de Desarrollo 2007-2009, Jalisco.
- Norgaard, R. B. 1984. Traditional Agricultural Knowledge: Past Performance, Future Prospects, and Institutional Implications. *In: American Journal of Agricultural Economics* Vol.66, núm.5, pp: 874-878.
- Nuno A., Bunnefeld N., and Milner-Gulland E.J. 2014. Managing social-ecological systems under uncertainty: implementation in the real world. *In: Ecology and Society* 19(2), pp: 52-55.
- Ramos, A., Hernández-Xolocotzi E. 1981. Reflexiones sobre el concepto de Agroecosistema. *In: Hernández-Xolocotzi, E. (ed y coord) Agroecosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola, México. Colegio de Postgraduados, 2ª edición. pp: 531-538.*
- Regalado, A. 2008. La Fundación de la Villa de la Purificación. México. H. Ayuntamiento Constitucional de Purificación, Secretaría de Cultura de Gobierno de Jalisco.
- Rendón Carmona, H., Martínez Yrizar A., Balvanera P., y Pérez-Salicrup D. 2009. Selective cutting of woody species in a Mexican tropical dry forest: Incompatibility between use and conservation. *In: Forest Ecology and Management* núm.25, pp: 567-579.
- Silva, J., Eriksen S., and Ombe Z. 2010. Double exposure in Mozambique's limpopo riverbasin. *In: Geographical Journal* vol.176 núm 1, pp: 6-24.
- Sumberg, J., and Thompson J. (eds). 2012. *Contested Agronomy: Agricultural Research in a Changing World*. London: Routledge.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2002. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (1994-2001).
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2002-2010.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- Schroeder, N. M., y Castillo A. 2013. Collective action in the management of a tropical dry forest ecosystem: Effects of Mexico's property rights regimes. *In: Environmental Management*, núm.51. pp: 850-861.
- Serrano Castellanos, A. 2015. Políticas Públicas, Multifuncionalidad y Fomento de Estrategias Productivas de Agricultura Familiar. Tesis de Maestría en Gobierno y Asuntos Públicos, Fac. Ciencias Políticas y Sociales, UNAM.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Resumen Nacional por Estado, http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do.
- Swift, M.J., Izac A.M.N., and Noordwijk van M. 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes-are we asking the right questions? *In: Agriculture, Ecosystems and Environment*. núm.104. pp: 113-134.
- Swinton, S.M., Lupi F., Robertson G., y Hamilton K.S. 2007. Ecosystem services and agriculture: cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits. *Ecological Economics* núm.64. pp: 245-252.
- Terán, S., y Rasmussen C. 1994. La Milpa de los Mayas. México: Ed. Danida.
- Thrupp, L.A. 1998. *Cultivating Diversity: Agrobiodiversity and Food Security*, Washington: World Resources Institute.
- Traore, N., Landry R., and Amara N. 1998. On-farm adoption of conservation practices: the role of farm and farmer characteristics, perceptions, and health hazards. *In: Land Economics* 74 (1). pp: 114-127.
- Turrent, A. 1981. El agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de productividad *In: Hernández-Xolocotzi, E. (ed y coord) Agroecosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola. México: Colegio de Postgraduados, 2ª edición. pp: 291-319.*
- Van der Ploeg, J.D., C. Laurent, F. Blondeau, and Bonnafous P. 2009. Farm diversity, classification schemes and multifunctionality. *In: Journal of Environmental Management* 90. pp: 124-131.
- Vandermeer J., Van Noordwikk M., Anderson J., and Ong C. 1998. Perfecto I. Global change and multi-species agroecosystems: Concepts and issues. *In: Agriculture, ecosystems and environment* 67. pp: 1-22.
- Vignola, R., Koellner T., Scholz W. R., and Mc Daniels L.T. 2010. Decision-making by farmers regarding ecosystem services: factors affecting soil conservation efforts in Costa Rica. *Land Use Policy*, núm. 27. pp: 1132-1142.
- Yañez, A. 1960. *La Tierra Pródiga*. México. Fondo de Cultura Económica, 2a. edición.
- Zhang, W., Ricketts T., Kremen C., Carney K., and Swinton S. 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *In: Ecological Economics* núm.64. pp: 253-260.