



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**CARACTERIZACIÓN DEL USO Y MANEJO DE
JUNIPERUS DEPPEANA DENTRO DE UN SISTEMA
AGROFORESTAL EN LA COMUNIDAD EL ROSARIO,
TLAXCALA, MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

CLAUDIA PATRICIA ÁLVAREZ MARTÍNEZ



**DIRECTOR DE TESIS:
DR. JOSÉ JUAN BLANCAS VÁZQUEZ**

CIUDAD DE MÉXICO, 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

A la Facultad de Ciencias, UNAM.

A la Red Productos Forestales No Maderables: aportaciones desde la etnobiología para su aprovechamiento sostenible (Proyectos CONACYT 271837 y 280901).

A mi querido tutor, Dr. José Blancas Vázquez, por todas sus enseñanzas, apoyo, paciencia, confianza y sobre todo amistad.

A la Dra. Andrea Martínez Ballesté y al Dr. Javier Caballero Nieto, por el apoyo, aportaciones y enseñanzas.

Al Dr. Sergio Pérez Landero por el apoyo, sugerencias y comentarios durante el desarrollo de esta investigación.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A todos los integrantes de El Rosario por abrirnos las puertas a su comunidad y a todas aquellas personas que me brindaron un poco-mucho de su tiempo en tan enriquecedoras pláticas. En especial quiero agradecer a la Sra. Columba Ávila, al Sr. José Luis Ramírez “Don Guico”, a la Sra. Mary Cruz, a la pequeña Mirella, a Don Pablo López, al Sr. Gonzalo González, al Sr. Ángel Ávila, al Sr. José, a la Sra. Silvia, a la Sra. Natalia, al Sr. Cirilo Hernández, por su amistad sincera, risas y hospitalidad.

Al pequeño gran grupo de trabajo que se formó con tres grandes profesores Dr. Javier Caballero, Dr. Andrea Ballesté y Dr. José Blancas y a todas las “etnochicas” por la convivencia, enseñanzas y las que hacen posible que las etnociencias sea una ciencia en expansión. En especial quiero agradecer a Hada Montes Romero y a María Eugenia Matías Mondragón por toda su ayuda a lo largo de esta investigación, en los buenos y no tan buenos momentos que entre sabinos y claroscuros de emociones descubrí su amistad sincera.

A mi asesor que tuve la fortuna de conocer y con el tiempo construir una gran amistad, gracias Dr. José Blancas, por todas las enseñanzas y guiarme por el hermoso sendero de la etnobotánica.

A todos los profesionistas formados y en desarrollo que ayudaron y aportaron a esta investigación: Gabriel Olalde Parra, experto en *Opuntia*; Dra. Guadalupe Barajas y al Biól. Irvin Mendoza por la asesoría en el análisis ecológico; al Biól. Gonzalo Martínez aportaciones en el diseño experimental; y Biól. Feliciano García por la identificación de plantas.

Especialmente quiero agradecer al Dr. Sergio Pérez Landero por recordarme que un mundo mejor es posible, por sus infinitas pláticas, recomendaciones, aportaciones y sobre todo por sus maravillosas sonrisas.

A mis hermanos, Diana Álvarez y José Antonio Álvarez, por su apoyo incondicional, su paciencia y su inmenso cariño.

A mis sobrinas, que a través de sus tiernas miradas me recuerdan lo maravilloso que es la vida.

A mi padre, José Antonio Álvarez Medina, por dame la vida y recordarme lo instantánea que es.

A mi hermosa madre por su incondicionalidad, que ninguna palabra aquí escrita es capaz de enunciar el sentimiento y gratitud que por ella siento.

*A la guerra incansable que me habló de la vida, de sus
colores y desazones, y entre ternura, amor y paciencia
jamás deja de creer en mí. A mi madre por este y
todos los logros de mi vida.*

Este trabajo se realizó conforme al Código de Ética de la Sociedad Latinoamericana de Etnobiología (SOLAE), el cual establece el consentimiento de la comunidad para que este estudio se llevara a cabo, así como la pertenencia a la comunidad de toda la información y de los conocimientos derivados de esta investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	12
¿Qué es el manejo y cómo se ha estudiado desde la perspectiva etnobotánica?	13
Manejo de plantas en los sistemas agroforestales de México	16
Los sistemas agroforestales de Tlaxcala: el caso del <i>metepantle</i>	17
Manejo del sabino (<i>Juniperus deppeana</i>) en el <i>metepantle</i> y en los bordos	20
OBJETIVOS	24
HIPÓTESIS.....	25
METODOLOGÍA.....	26
Área de estudio	26
<i>Ubicación</i>	26
<i>Clima</i>	27
<i>Hidrología</i>	28
<i>Edafología</i>	28
<i>Tipos de vegetación</i>	28
<i>Descripción botánica de la especie</i>	29
<i>Historia de la comunidad</i>	30
<i>Demografía y actividades productivas</i>	33
Estudio etnobotánico	34
<i>Entrevistas</i>	35
<i>Muestreo en el sistema de bordeo de los metepantles</i>	36
Análisis de la información.....	37
<i>Entrevistas</i>	38
<i>Parámetros ecológicos evaluados en los muestreos de los bordos</i>	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
Usos de <i>Juniperus deppeana</i>	44
<i>Categorías de uso</i>	44
<i>Vigencia de las categorías de uso</i>	53
<i>Partes utilizadas</i>	55
Formas de manejo documentadas para <i>Juniperus deppeana</i>	57
<i>Formas de manejo in situ</i>	59

<i>Manejo ex situ</i>	62
Factores que explican la dinámica en el uso y manejo de <i>Juniperus deppeana</i>	65
Elementos y función del sistema agroforestal	72
Diversidad asociada en el <i>metepantle</i> en un gradiente de conservación	80
<i>Composición florística</i>	81
<i>Riqueza y diversidad de especies</i>	91
CONCLUSIONES	94
REFERENCIAS	97
ANEXO I	117

RESUMEN

El manejo se puede definir como todas las intervenciones que realizan los seres humanos, con el fin de adecuar elementos, sistemas y procesos de la naturaleza para su beneficio y provecho. En los sistemas agroforestales (SAF) coexisten elementos manejados de la vegetación silvestre y componentes domesticados en un complejo agrícola. Particularmente en Tlaxcala, el *metepantle* es un SAF ancestral en el cual se modifica la superficie del terreno en zanjas y bordos, los cuales son estabilizados con plantas. Una de las plantas que encontramos comúnmente en los bordos de la región es el sabino (*Juniperus deppeana*), el cual es una planta silvestre de gran importancia ecológica y cultural.

El objetivo de esta investigación fue documentar el uso y manejo del sabino, así como la persistencia y transformación de los bordos con sus posibles riesgos y consecuencias socioambientales. Se realizaron 27 entrevistas semiestructuradas a ejidatarios de la comunidad de El Rosario, Tlaxco, Tlaxcala, así como seis muestreos de vegetación de los bordos, las parcelas se clasificaron en dos condiciones (llanura y ladera), a fin de encontrar posibles diferencias en la diversidad. Se documentaron 13 usos distintos para el sabino agrupados en siete categorías. El sabino es una planta principalmente tolerada, sin embargo, se encontró un gradiente de manejo desde el más incipiente hasta el cultivo, el cual no es una práctica común. En cuanto a los bordos muestreados, *J. deppeana* es una de las especies con alta importancia ecológica según el índice de valor ecológico (IVE). Pero a pesar de todo lo anterior, la permanencia de esta especie parece estar amenazada por la constante homogenización de las técnicas de cultivo y la introducción de nuevos paquetes tecnológicos. Así, aun cuando es vigente su aprovechamiento y manejo, las poblaciones de sabino están siendo afectadas por dichos cambios. De esta forma, muchas de las modificaciones dentro

del *metepantle*, y en particular del sistema de bordeo, parece que conlleva a una pérdida de diversidad, así como del conocimiento respecto al manejo y uso del sabino.

ABSTRACT

Management can be defined as all the interventions carried out by human beings, in order to adapt elements, systems and processes of nature for their benefit and benefit. In agroforestry systems (SAF), managed elements of wild vegetation and domesticated components coexist in an agricultural complex. Particularly in Tlaxcala, the *metepantle* is an ancestral SAF in which the surface of the terrain is modified in ditches and edges, which are stabilized with plants. One of the plants commonly found on the edges of the region is the sabino (*Juniperus deppeana*), which is a wild plant of great ecological and cultural importance.

The objective of this research was to document the use and management of sabino, as well as the persistence and transformation of the edges with their possible risks and socio-environmental consequences. Semi-structured interviews were carried out with ejidatarios of the community of El Rosario, Tlaxco, Tlaxcala, as well as six samplings of vegetation of the edges, the plots were classified in two conditions (plain and hillside), in order to find possible differences in the diversity. We documented 13 different uses for sabino grouped into seven categories. The sabino is a plant that is mainly tolerated, however, a gradient of management from the most incipient to the cultivation was found, which is not a common practice. As for the sampled edges, *J. deppeana* is one of the species with high ecological importance according to the ecological importance index (IVE). But despite all the above, the permanence of this species seems to be threatened by the constant homogenization of cultivation techniques and the introduction of new technological packages. Thus, even when

its use and management is in force, the sabino populations are being affected by these changes. In this way, many of the modifications within the metepantle, and in particular the edge system, seem to lead to a loss of diversity, as well as knowledge regarding the management and use of sabino.

INTRODUCCIÓN

Mesoamérica cuenta con una larga historia de poblamiento del territorio y una diversidad cultural extraordinaria, es una de las primeras áreas del Continente Americano donde se desarrolló la agricultura, y también es una zona donde se han encontrado algunas de las evidencias más antiguas de prácticas humanas sobre domesticación y cultivo de plantas (MacNeish, 1958; MacNeish y Peterson, 1962; Flannery, 1986). Es también uno de los centros más importantes de diversificación y domesticación de plantas a nivel mundial (Vavilov, 1951; Harlan, 1975; Hawkes, 1983; Kato *et al.*, 2009), hecho que parece estar estrechamente relacionado con la gran riqueza de plantas y culturas (Maffi, 2005). Actualmente, sólo en México hay más de 50 pueblos originarios que han interactuado por miles de años con la gran diversidad biológica del territorio (Caballero, 1984), generando una red compleja de conocimientos del uso y manejo de una amplia cantidad de especies a través de la interacción que se establece entre el entorno vegetal y las comunidades locales que los manejan (Caballero, 1987; Caballero *et al.*, 1998; Bye, 1993; Bye y Linares, 2000; Caballero y Cortés, 2001).

Se estima que en México se distribuyen más de 23,314 especies de plantas vasculares (Villaseñor, 2016), de las cuales se calcula que al menos 7,000 son útiles para diversos propósitos (Caballero *et al.*, 1998; Caballero y Cortés, 2001). Sin embargo, aunque la documentación de los usos de plantas en México está más o menos completa, el manejo ha sido escasamente estudiado (Blancas *et al.*, 2010), ya que investigaciones con este enfoque sólo se han hecho en áreas geográficas muy específicas del país (Blancas *et al.*, 2016).

Por ejemplo, en el Valle de Tehuacán se tienen registradas 2,621 especies de plantas, de las cuales 1,608 son útiles; lo que representa más de 60% del total de la flora registrada para esa región (Lira *et al.*, 2009). De esas 1,608 especies utilizadas, aproximadamente 800 se

obtienen a través de recolección simple, y más de 600 reciben algún tipo de manejo (Blancas *et al.*, 2010). Además, en Mesoamérica se han domesticado más de 200 especies, así como documentado formas de manejo *in situ* de más de 700 especies nativas de importancia regional o local (Caballero *et al.*, 1998; Casas *et al.*, 2007).

¿Qué es el manejo y cómo se ha estudiado desde la perspectiva etnobotánica?

El manejo se define como todas aquellas intervenciones a diferentes escalas que realizan los seres humanos, con el fin de adaptar elementos, sistemas y procesos de la naturaleza para su beneficio y provecho (González-Insuasti y Caballero, 2007; Blancas *et al.*, 2010; Casas *et al.*, 2014). Particularmente las plantas se manejan de distintas formas, algunas sólo de manera incipiente, otras de formas más intensas (González-Insuasti y Caballero, 2007; González-Insuasti *et al.*, 2008). El propósito inicial del manejo es tener disponible el recurso, y en segundo término la intensificación del manejo pretende elevar su calidad (Casas *et al.*, 2014; Blancas *et al.*, 2010).

Por lo tanto, el manejo implica una serie de estrategias y prácticas para facilitar la obtención de recursos vegetales (Toledo *et al.*, 2003). Después de la recolección pueden surgir otras formas de manipulación más elaboradas sin llegar precisamente al cultivo (Blanckaert, 2007).

En el pasado sólo se distinguían dos tipos de interacciones de los humanos con las plantas: la recolección en ambientes silvestres y la siembra en sitios controlados (Harris y Hillman, 1989). Sin embargo, en los últimos años diversas investigaciones realizadas en sitios culturalmente afines al área Mesoamericana han documentado una gran variedad de formas de manejo de los recursos vegetales que no son, en sentido estricto, ni recolección ni

agricultura (Alcorn, 1983; Gómez-Pompa *et al.*, 1987; Bye, 1985; 1993; Casas *et al.*, 1996; Casas y Caballero, 1996). Por lo que, reconocer dos estrategias de manejo en plantas, parece una aproximación limitada, ya que existe una amplia gama de formas de interacción con las plantas a las que se les ha denominado “*manejo incipiente*” o “*manejo in situ*”, las cuales parecen ser un conjunto de prácticas intermedias entre la recolección y la agricultura (Bye, 1993; Casas *et al.*, 1997; Blancas *et al.*, 2010).

De esta forma, se pueden clasificar las prácticas de manejo en: aquellas que se realizan fuera de las áreas de distribución natural, es decir en ambientes controlados por los humanos (manejo *ex situ*); o bien las que se llevan a cabo en el mismo lugar que ocupan las poblaciones de plantas naturalmente (manejo *in situ*) (Casas *et al.*, 1995; 1997; Blancas *et al.*, 2010; Blancas, 2013). Ejemplo de las primeras son el trasplante de partes vegetativas o de individuos completos desde las poblaciones naturales hasta huertos y parcelas agrícolas, así como la siembra de semillas. En contraste, las segundas contemplan diversas prácticas tales como: a) recolección, que consiste en extraer de las poblaciones naturales partes útiles de diversas especies de plantas para algún uso; 2) tolerancia, es decir, prácticas que están dirigidas a mantener dentro de los sistemas creados por el hombre las plantas útiles que ya existían antes de la transformación antropogénica de los ambientes, o bien que se reclutaron durante el proceso de manejo y las personas decidieron dejarlas ahí por alguna razón; 3) promoción, que son las diferentes estrategias dirigidas a incrementar la densidad de las poblaciones naturales de plantas útiles. Estas estrategias pueden incluir labores como propagación, trasplante, utilización de fuego, etcétera; y finalmente; 4) protección, que incluye los cuidados especiales que se les dan a las plantas para asegurar y ampliar su reproducción; en ella se incluyen labores como la poda, la eliminación de competidores,

protección del fuego, de heladas, etc. (Caballero, 1994; Casas *et al.*, 1995, 1997; Blancas *et al.*, 2010; Blancas, 2013; Moreno-Calles *et al.*, 2013).

Información generada por estudios arqueológicos, sugiere que las formas de manejo incipiente han sido muy comunes e incluso indican que fueron adoptadas mucho antes de que la agricultura fuera la principal forma de subsistencia (Casas *et al.*, 1997). Actualmente a lo largo de todo México se han documentado diversos estudios sobre manejo incipiente, los cuales tienen implicaciones a nivel de individuos, de poblaciones y/o de comunidades (Bye, 1985; Casas y Caballero, 1996; Casas *et al.*, 1996)

Ejemplo de lo anterior es el trabajo de Bye (1985), quien documentó el manejo *in situ* de una especie de cebolla silvestre entre los Rarámuri de Chihuahua, quienes recolectan y eliminan las raíces de plantas perennes contiguas a las cebollas. Con ello reducen la competencia de otras plantas, logrando aumentar el número de individuos de cebollas en las poblaciones.

También, Casas y Caballero (1996) documentaron el manejo del guaje (*Leucena esculenta*) en la región de la montaña de Guerrero, donde observaron diferencias morfológicas significativas en las poblaciones que están bajo algún tipo de manejo *in situ* en contraste con los individuos silvestres, y también evidenciaron adaptaciones desfavorables para los individuos manejados en cuanto a la resistencia de algunas plagas, pero con propiedades organolépticas más agradables.

En esta misma línea de investigación, Casas *et al.* (1996) estudiaron las prácticas de manejo que los campesinos de Guerrero les procuran a dos especies de quelites, los “alaches” (*Anoda cristada*) y los “chipiles” (*Crotalaria pumila*). Éstas son plantas arvenses bajo estrategias *in situ* de recolección y tolerancia selectiva de variantes, las cuales se distinguen por características de sabor agradable y por la ausencia de mecanismos de defensa.

En los ejemplos anteriores, así como en otros que son manejados *in situ*, tanto individuos como sus poblaciones están siendo elegidos por características deseables por los humanos que los manejan, y al hacerlo modifican la composición morfológica, fisiológica e incluso genética de las poblaciones por medio de la selección artificial, originando procesos de domesticación incipiente (Casas *et al.*, 1997, 2014; Casas, 2001; Casas *et al.*, 2007).

Manejo de plantas en los sistemas agroforestales de México

El manejo *in situ* es quizás una de las formas de manejo que más se practica en diversos agroecosistemas de México, ya que en éstos existe una red de conexiones entre ambientes humanizados y los ecosistemas naturales; de tal forma que es difícil encontrar límites entre uno y otro entorno (Altieri, 1999; Gliessman, 2002).

Una forma particular de agroecosistemas son los sistemas agroforestales, algunos de ellos desarrollados desde hace cientos o miles de años (González-Jácome, 2016; Moreno-Calles *et al.*, 2016a). En México la mayoría de los sistemas agroforestales son de origen prehispánico y cuentan con una larga historia de manejo (Moreno-Calles *et al.*, 2016a). Ejemplo de estos son el Telom Huasteco, el Kuojtakiloyan Nahuatl y el Pet-Kot Maya (Alcorn, 1983; Gómez-Pompa, 1987; Beaucage, 2012; Toledo, 2016).

En los sistemas agroforestales las plantas silvestres perennes leñosas se combinan espacial y/o temporalmente en la misma unidad de tierra con cultivos agrícolas y/o animales (Farrell y Altieri, 1999; Vandermeer, 2009). En ellos podemos encontrar distintos grados de manejo, ya que se preservan selectivamente componentes forestales silvestres, los cuales pueden estar bajo prácticas de recolección, tolerancia, promoción, protección y/o siembra (Casas *et al.*, 1997; 2007; Moreno-Calles *et al.*, 2013). Además, son espacios sociales de producción que

permiten optimizar las interacciones ecológicas entre los elementos forestales, los cultivos y los animales, dadas las condiciones económicas, ecológicas y sociales predominantes (Nair, 1997; Farrell y Altieri, 1999; Vandermeer, 2009; Moreno-Calles *et al.*, 2014).

En general, estos sistemas tienen la capacidad de mantener la biodiversidad nativa en cuanto a la composición florística y las interacciones que se establecen con los bosques naturales en una compleja matriz de paisaje (Vandermeer *et al.*, 2007; Moreno-Calles *et al.*, 2013; 2014; Vallejo *et al.*, 2015; Anochondo *et al.*, 2016). Estas interacciones incluyen el viaje de polen o semillas, la frugivoría, la herbívora o el nodricismo. Fungen como hábitats y corredores de muchas especies de animales (Altieri y Trujillo 1987; Vandermeer *et al.*, 2007; Marshall y Moonen, 2002; Anochondo *et al.*, 2016). Además de los servicios de provisión que representan para las personas que los mantienen (Moreno-Calles *et al.*, 2010; Díaz *et al.*, 2018), también proveen diversos servicios ecosistémicos (retención del suelo, control de plagas, regulación climática, captura de carbono, etc.) (Moreno-Calles *et al.*, 2010, 2016b). La importancia de esta forma de manejo de la vegetación radica en que integra diversas estrategias de uso y manejo de la diversidad, y provee múltiples beneficios a los seres humanos: conserva especies nativas, endémicas y de importancia cultural, y son escenario de domesticación de especies (Farrell y Altieri, 1999; Krishnamurthy y Ávila, 1999; Casas, 2001; Zuria y Gates, 2006; Moreno-Calles *et al.*, 2013; 2014).

Los sistemas agroforestales de Tlaxcala: el caso del *metepantle*

Uno de los sistemas agroforestales más antiguos que se ha desarrollado en Mesoamérica son las terrazas, las cuales están constituidas por terraplenes escalonados en los cerros y lomeríos, con el fin de disminuir la escorrentía pluvial que erosiona el suelo (Mountjoy y Gliessman,

1988; González-Jácome, 2016). Éstas se encuentran representadas en los valles de Oaxaca, Tehuacán, Teotihuacán, Texcoco, Puebla, Toluca, y en buena parte del estado de Tlaxcala (Rojas-Rabiela, 1985). En este último estado se han documentado terrazas con antigüedad aproximada de 1700-1200 años A.P., sobre todo en el centro, oeste y sureste del estado, región que además ha sido ocupada desde épocas prehistóricas (García-Cook, 2014; González-Jácome, 2014). Aun cuando en su primera etapa se cree que éstas fueron utilizadas como habitaciones de los primeros pobladores, más tarde en ellas se establecerían los primeros huertos tlaxcaltecas que prosperarían por la disponibilidad del agua almacenada en depósitos naturales como los jagüeyes (García-Cook, 2014; González-Jácome, 2014). Además, las terrazas reducen el efecto erosivo del agua y el viento, ya que muchas de estas se establecieron en laderas pronunciadas.

Estas estrategias fueron adoptadas y adaptadas por los campesinos para producir sus alimentos, enfrentando las bajas temperaturas y heladas en algunas épocas del año, las zonas secas con largas estaciones sin precipitación, escorrentía pluvial incontrolada concentrada en cortos periodos, vientos huracanados, regiones fuertemente erosionadas y la baja fertilidad del suelo (Altieri y Trujillo, 1987; Mountjoy y Gliessman, 1988; González-Jácome, 2006; Moreno-Calles *et al.*, 2013).

En la actualidad estos sistemas aún persisten, sin embargo, no siempre son de origen antiguo. A mitad del siglo XX programas gubernamentales se enfocaron en reconstruir sistemas antiguos en las zonas áridas del país, incluyendo Tlaxcala; de aquí surgieron proyectos como las *Terrazas de Nezahualcóyotl*, dirigido a construir agroecosistemas en los pueblos a través del terracedo y la siembra de maguey (González-Jácome, 2014).

González-Jácome (2014) clasificó las terrazas en dos tipos: (1) las que se construyen mediante plataformas escalonadas, las cuales dirigen el agua de lluvia a los campos de

cultivos mediante canales continuos o divididos en secciones llamados “cajetes” (Mountjoy y Gliessman, 1988) y (2) el sistema de bancales, también clasificado como semiterraza, o bien, como *metepantle*, palabra de origen náhuatl que se interpreta como “muro de maguey” (Donkin, 1979; Patrick, 1977).

Los *metepantles* se construyen en laderas de pendiente suave, donde se modifica la superficie por el levantamiento de bordos que después son estabilizados con plantas, con la finalidad de reducir la erosión, aumentar la profundidad del suelo y absorber la humedad (Gliessman, 2002; González-Jácome, 2014).

Los campesinos de Tlaxcala llaman *metepantle* al sistema conformado por las parcelas, así como de bordeo que divide la tierra y la retiene (Moreno-Calles *et al.*, 2013). En dicha superficie hay una serie de plantas tanto cultivadas como silvestres de las cuales destaca el maguey manso (*Agave salmiana*), los nopales (*Opuntia* spp.), el capulín (*Prunus serotina* subsp. *capuli*), el durazno (*Prunus persica*), el sabino (*Juniperus deppeana*), entre otras especies vegetales (Altieri y Trujillo, 1987; Mountjoy y Gliessman, 1988; Pérez-Sánchez, 2012; Callo, 2013; Moreno-Calles *et al.*, 2013; González-Jácome, 2014).

Estos sistemas agroforestales, desarrollados en sistemas de zonas templadas y áridas, son sistemas muy intensivos de secano (Mountjoy y Gliessman, 1988; Moreno-Calles *et al.*, 2013; González-Jácome, 2014) con particularidades específicas que difieren de otros tipos de sistemas como los de las tierras bajas tropicales (Altieri y Trujillo, 1987). Dichos sistemas dirigen el agua de lluvia y acumulan la tierra del aluvión, recibiendo así la materia orgánica del agualodo en las zanjas, así como abono de los desechos de animales y de plantas. Asimismo, en los bordos, al ser espacios con menor intensidad de manejo, permanecen mayor diversidad de plantas regionales cultivadas y no cultivadas que fungen como barreras rompevientos; mantienen diferencias microclimáticas; ayudan al ciclo de nutrientes a través

de la hojarasca; proveen recursos para los campesinos que los manejan, tales como leña, medicina, alimento, materiales de construcción, etcétera. También, proporcionan sombra, protegen los cultivos de la intrusión del ganado y además pueden fungir como hábitat de otras especies de plantas y animales (Mountjoy y Gliessman, 1988; Altieri y Trujillo, 1987; Farrell y Altieri, 1999; Zuria y Gates, 2006; González-Jácome, 2014).

Mountjoy y Gliessman (1988) reconocen que las prácticas agrícolas modernas, que implican la introducción de combustibles fósiles y productos químicos sintéticos, han modificado de manera significativa, y a veces no favorable ecológicamente, el manejo del suelo y el agua en este sistema tradicional. De igual forma, en una recopilación detallada de los diferentes sistemas agroforestales en todo el país Moreno-Calles *et al.* (2013) encontraron que los principales problemas que enfrentan los *metepantles* actualmente son: una disminución en la plantación sistemática del maguey debida a la extracción clandestina de sus hojas para la obtención del mixiote, el cual es una materia prima para elaborar el platillo del mismo nombre; la pérdida de conocimiento y práctica del manejo del maguey debido a la migración de la población más joven y; la eliminación de diversas especies de árboles y arbustos que se encuentran en los bordos debido a cambios y adopción de tecnología para las actividades agrícolas, muchas veces incompatible con el mantenimiento de la diversidad alojada en estos espacios. Ejemplo de lo anterior es el empleo del tractor en las actividades agrícolas.

Manejo del sabino (*Juniperus deppeana*) en el *metepantle* y en los bordos

Resulta particularmente relevante el papel que juega en estos sistemas el sabino (*Juniperus deppeana*), ya que en Tlaxcala es un elemento muy frecuente del paisaje agrícola, además de ser una especie importante en la región, tanto ecológica (Farrell y Altieri, 1999) como

culturalmente. Por ejemplo, es apreciado por su uso ritual y por su madera, ya que es muy durable y de buena calidad (Moreno-Calles *et al.*, 2013).

Juniperus deppeana es una especie originaria de Estados Unidos de América y México, se distribuye desde Arizona hasta Veracruz (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999). Esta especie está bien representada entre la Sierra Madre Occidental y en el Eje Neovolcánico Transversal. En este último —en la franja ubicada entre Perote, Veracruz y Apizaco, Tlaxcala— cubre importantes extensiones (Rzedowski, 2006). Crece a altitudes que van desde los 1,500 hasta 2,800 msnm, se desarrolla en climas templados, semihúmedos y semiáridos (CONABIO-PRONARE, 2011). Habita en laderas medianas e inferiores de cerros, lomeríos, orillas de arroyos y potreros, así como en una amplia variedad de suelos, ya que es tolerante a suelos compactados y pedregosos con drenaje deficiente, baja fertilidad y alcalinos (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

Se encuentra en zonas de transición entre los bosques de pino, encino y oyamel, así como en pastizal y matorral xerófilo. De acuerdo con Rzedowski *et al.* (2005), esta especie, en la mayor parte de las localidades que ocupa en el Valle de México, parece ser una comunidad de sucesión secundaria que se establece después de la destrucción, posiblemente por incendios, de los bosques de *Pinus* y *Quercus*, ya que es una especie que resulta favorecida con la aparición periódica de incendios (Rzedowski, 2006; CONABIO-PRONARE, 2011). Además, es resistente a sequías, fuego y heladas. Provee de hábitat y alimento a numerosos animales (sombra/refugio), su dispersión es barócora, hidrócora, zóocora (aves o mamíferos). Una de las desventajas que presenta esta especie es una tendencia a la propagación malezoide y puede resultar agresiva, lo que le confiere una gran capacidad para colonizar sitios perturbados. Algunos de sus usos son la extracción de aceites esenciales aromáticos, como combustible de alto valor calorífico (arde lento y produce poco humo y hollín), para la

construcción (gran durabilidad), es especie forrajera, sirve de cerco vivo en los agrohábittats; además, se ha reportado uso ritual, maderable, como sombra, mojoneras, medicinal (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999; Herminio-Reyes, 2003; Camou-Guerrero, 2008; Moreno-Calles *et al.*, 2013), y en otras regiones del país (Sierra Tarahumara) es una especie con alto valor de uso, alta importancia económica y gran abundancia (Camou-Guerrero, 2008). En la literatura se encuentra catalogada como nativa, cultivada y silvestre (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

Numerosos estudios reconocen al sabino (*Juniperus deppeana*) como un elemento importante de los bordos en el estado de Tlaxcala y en general en el paisaje (Altieri y Trujillo, 1987; Mountjoy y Gliessman, 1988; González-Jácome, 2003; Magdaleno *et al.*, 2005; Pérez-Sánchez, 2012; Callo, 2013; Moreno-Calles *et al.*, 2013), lo cual confirma que esta especie desarrolla un papel importante en la zona. Sin embargo, muy poco se ha documentado con respecto a las estrategias de manejo que desarrollan los habitantes de esta región del país.

Algunos trabajos resaltan su importancia para el mantenimiento de los suelos; éste es el caso del trabajo de Farrell (1984), quien analizó en parcelas agrícolas de Tlaxcala las condiciones ambientales bajo la influencia de dos especies de árboles muy comunes en la región, el capulín (*Prunus serotina subsp. capuli*) y el sabino (*Juniperus deppeana*). En este estudio se muestra cómo en diferentes zonas de influencia de los árboles las condiciones del suelo cambian. Por ejemplo, al acumularse mayor materia orgánica, las concentraciones de nitrógeno, fósforo disponible, calcio, magnesio y potasio intercambiable fueron significativamente más altas en las zonas de influencia de los árboles, además de que el pH del suelo fue más alto. Existe un incremento en el nivel de la humedad y la temperatura del suelo es más baja entre más cerca estén de los árboles, por lo que mantener árboles en los bordos ayuda al ciclo de nutrientes (Mountjoy y Gliessman, 1988; Altieri y Trujillo, 1987).

Magdaleno *et al.* (2005) evaluaron social, ecológica y económicamente a los árboles presentes en los terrenos de cultivo de la región, y reconocen que el sabino (*Juniperus deppeana*) es una de las especies ecológicamente más importante de los sistemas agroforestales.

En 2013, una aproximación de la importancia cultural del sabino (*Juniperus deppeana*) la desarrollaron Moreno-Calles *et al.*, donde describen la importancia de esta especie en la comunidad de Tlaxco, Tlaxcala, y afirman que es una especie muy valorada por la comunidad por sus múltiples usos, tanto el árbol completo para sombreado como para los tocones usados como límites entre comunidades (mojoneras), y también de uso ritual como cruz de entierro. Asimismo, documentaron la existencia de reglas con relación al corte del sabino promovidas por la comunidad para el mantenimiento de estos árboles.

Entre otras aproximaciones del papel que juega este sistema agroforestal, y en particular el sabino (*Juniperus deppeana*) en la conservación de la biodiversidad, el trabajo realizado por Anchondo *et al.* (2016) propone y evalúa tecnologías agroforestales que permiten conservar el hábitat de la codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) dentro de la UMA del ejido El Rosario, Tlaxcala. Una de las especies seleccionadas para este fin es el sabino (*Juniperus deppeana*), principalmente por su representatividad en el área de las parcelas, su disponibilidad y características morfológicas que proveen de un buen hábitat para la codorniz Moctezuma.

Sin embargo, la mayoría de los trabajos de manejo del *metepantle* se concentran en describir y documentar al sistema en general, su rentabilidad y las especies comestibles que en éstos se establecen (Altieri y Trujillo, 1987; Mountjoy y Gliessman, 1988; Evans, 1990; González-Jácome, 2003; 2014; Magdaleno *et al.*, 2005; Pérez-Sánchez, 2012; Callo, 2013; Moreno-Calles *et al.*, 2013), y en menor medida a las especies con otro tipo de aprovechamiento, por

ejemplo, combustible, construcción, ceremonial, etcétera; o bien a todas aquellas que tienen que ver con servicios ecosistémicos.

A pesar de que el sabino es un elemento importante en el paisaje de los sistemas agroforestales del norte de Tlaxcala, observaciones preliminares en la comunidad de El Rosario, en el municipio Tlaxco, dan cuenta de una disminución tanto en el número de individuos como en la cobertura y densidad de los árboles de sabino. Al mismo tiempo, se advierten que procesos socioculturales —como el cambio en las tecnologías agrícolas, el tipo de cultivos y la migración— pueden estar jugando un papel importante en la erosión de los conocimientos campesinos del manejo y uso de esta especie. Por lo tanto, el presente estudio se plantea las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cómo se usa y maneja el sabino (*Juniperus deppeana*) en una comunidad del norte de Tlaxcala?
- ¿Cuáles son los elementos y la función del sistema agroforestal en que se maneja *Juniperus deppeana*?
- ¿Cuánta diversidad vegetal alberga este sistema agroforestal en un gradiente de conservación?

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es:

- Identificar las formas de uso y caracterizar el manejo de *Juniperus deppeana* dentro de sistemas agroforestales del norte de Tlaxcala.

Los objetivos particulares son:

- Identificar factores ecológicos y socioculturales que expliquen la dinámica en el uso y manejo de *Juniperus deppeana*.

- Describir los elementos del sistema de bordeo y la función de *Juniperus deppeana* en los sistemas agroforestales del norte de Tlaxcala.
- Evaluar la diversidad y riqueza asociada al sistema de bordeo y la relevancia de *Juniperus deppeana*.

HIPÓTESIS

- Dado que en México se han documentado diversas formas de manejo, tanto *in situ* como *ex situ*, se espera que en esta zona *Juniperus deppeana* sea usado para diversos propósitos. Al mismo tiempo, presentará múltiples formas de manejo desde las más incipientes a las más intensas.
- Los sistemas agroforestales se caracterizan por la presencia de árboles en diversos cultivos. Por lo que, se espera que en esta zona *Juniperus deppeana* forme parte de un sistema agroforestal en donde árboles de esta especie sean mantenidos fundamentalmente en los bordes de las parcelas, aunque también podrán estar dentro de las mismas, ya sea como árboles aislados o como islas de vegetación.
- Ya que la comunidad de El Rosario posee parcelas que están más próximas al bosque y otras más alejadas, se espera que las que están más próximas al bosque posean mayor diversidad que las que se encuentran en las partes más alejadas. Sin embargo, estas últimas tendrán mayor cantidad de especies útiles.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Ubicación

El Rosario es una comunidad del municipio de Tlaxco en el estado de Tlaxcala (Figura 1), ésta se encuentra en una serranía muy accidentada perteneciente a la Sierra de Tlaxco-Caldera-Huamantla, la cual es una de las ocho macrorregiones de la sección tlaxcalteca descritas por Pfeifer en 1981 (González-Jácome, 2016).

El ejido El Rosario se encuentra entre las coordenadas 19° 36' 00" Latitud Norte y 98° 12' 53" Longitud Oeste, a una altitud media de 2,700 msnm (INEGI, 1999; 2017). Colinda al norte y al este con el estado de Puebla, al oeste con el estado de Hidalgo, y al sur con el municipio de Atlangatepec. Así, esta zona se encuentra en un cerco de cordilleras dado por el Eje Neovolcánico Transversal, la Sierra Nevada y la Sierra Norte de Puebla. Esto obstaculiza el paso de los vientos húmedos del Golfo de México, provocando que el clima de esta región resulte árido (Menegus y Leal, 1981).

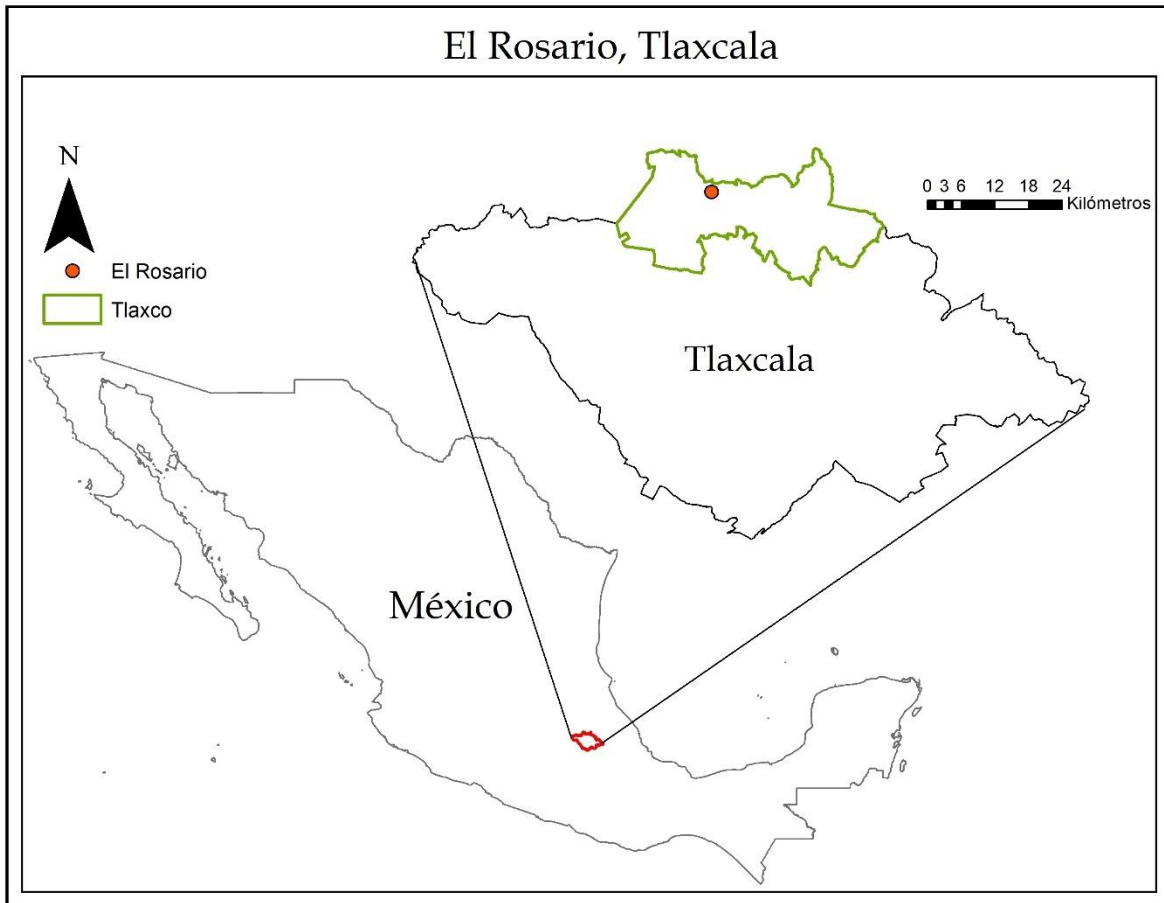


Figura 1. Mapa de localización de la comunidad de El Rosario. Fuente: Cuevas, 2018.

Clima

Se ha reportado para El Rosario un clima templado subhúmedo con lluvias en verano C(w1)(w) de humedad media (INEGI, 2009; González, 2014). La temperatura promedio anual de Tlaxco entre los años 1999 a 2016 fue de 14.2°C, y sólo para 2016 la temperatura media anual máxima fue de 24.3 °C, y mínima de 2.5 °C (INEGI, 2017).

Para el periodo de 1999 a 2016 en el municipio se reporta una precipitación total anual de 822.6 mm, siendo junio (122.9 mm), julio (139.5 mm), agosto (162.3 mm) y septiembre (139.5 mm) los meses con mayor precipitación media anual (INEGI, 2017).

Los meses con mayor número de heladas en Tlaxco fueron enero y diciembre que entre el periodo de 1999 a 2016 tuvieron 135 días de heladas y 124 días respectivamente (INEGI, 2017).

Hidrología

Esta zona se encuentra entre dos regiones hidrológicas: la región hidrológica de Tuxpan-Nautla (RH27), dentro de la cuenca del río Tecolutla, y la región hidrológica del “Alto Pánuco” (RH-26) en la cuenca del río Moctezuma (INEGI, 1986; González, 2014). Asimismo, el peñón del Rosario y la cuenca de Tlaxco dan origen al río Zahuapan (González-Jácome, 2009).

Edafología

El Rosario se ubica entre llanuras y lomeríos de tipo rocoso, las cuales son rocas ígneas extrusivas (INEGI 2009). Esta zona se caracteriza por tener suelos delgados y pedregosos. El tipo de suelo que domina la región es el *phaeozems* (INEGI, 2009; INAFED, 2010). De modo que es común encontrar en la superficie suelos volcánicos endurecidos, denominados en México comúnmente como tepetates, los cuales se consideran improductivos (INAFED, 2010; Martínez-y-Pérez *et al.*, 2011).

Tipos de vegetación

El tipo de vegetación predominante del ejido El Rosario es bosque de coníferas, principalmente oyamel (*Abies religiosa*), pino (*Pinus spp.*), bosque de *Quercus* o encino

(*Quercus* spp.), y una pequeña superficie de relictos de sabinales (*Juniperus deppeana*) (INEGI, 1986; 2009; Islas, 1987; González, 2014).

El ejido El Rosario, y en general en gran parte de la superficie de la sierra de Tlaxco, está ocupado por bosques de pino, entre las especies que encontramos están *Pinus patula*, *Pinus teocote*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus montezumae* y *Pinus rudis*; además, se observan asociaciones entre las especies de oyamel (*Abies religiosa*), encinos (*Quercus glabrescens*, *Quercus rugosa*, *Quercus laurina*, *Quercus crassipes*) y madroño (*Arbutus xalapensis*) (INAFED, 2010; González *et al.*, 2011). Otras especies del estrato arbóreo que sobresalen son el sabino (*Juniperus deppeana*), el tepozán (*Buddleja cordata*), el capulín (*Prunus serotonia* subsp. *capulí*), el sauce (*Salix* sp.) y el aile (*Alnus* sp.) (González *et al.*, 2011).

Igualmente, en la región existen diferentes especies arbustivas como el encino rastrero o cespitoso (*Quercus microphylla*), la trompetilla (*Bourbardia ternifolia*), la escobilla (*Baccharis conferta*), la espinosilla (*Leuselia mexicana*), el zacate (*Stipa* spp.), el yolochíchitl (*Eupatorium* spp.), la jarilla (*Senecio calcarius*), el maguey (*Agave salmiana*) y el nopal (*Opuntia* spp.) (INAFED, 2010; González *et al.*, 2011).

Las herbáceas que predominan son *Aristidia* sp., *Muhlenbergia macroura*, *Stipa tenuissima*, *Tripsicum* sp., *Hilaria centroides*, *Helianthemum glomeratu*, *Salvia lavanduloides* y *Lupinus montanus* (González *et al.*, 2011; Martínez-y-Pérez *et al.*, 2011).

Descripción botánica de la especie

Juniperus deppeana Steud es un árbol perenne, monóico, de lento crecimiento que va de los 3 a los 10 metros (hasta 20 metros) de altura. Es muy longevo (máxima longevidad reportada:

500 años), con eventos reproductivos sexuales cada año (especie iterópara), pero también puede reproducirse asexualmente (CONABIO-PRONARE, 2011). De acuerdo con Rzedowski *et al.* (2005), *Juniperus deppeana* es un arbolito o arbusto de 3 a 10 metros de altura; tronco con un diámetro de 25 a 40 centímetros; corteza dividida en placas cuadrangulares de color café oscuro, algo ceniciento, últimas ramillas erguidas; hojas opuestas o a veces ternadas, desiguales, algo imbricadas, ovadas, rómbicas o elípticas, de 1.5 a 2 mm de largo por menos de 1 mm de ancho, con el dorso convexo y el ápice agudo; inflorescencias masculinas ovales o algo tetrágonas, de 2.5 mm de largo y color moreno claro, dispuestas en la extremidad de las ramillas; inflorescencias femeninas formadas por seis escamas extendidas, ovaladas, agudas, dispuestas por pares; cono globoso de 8 a 12 mm de diámetro, de color rojizo al principio y con tinte glauco-azulado después; semillas angulosas e irregulares, de 6 a 7 mm de largo por 4 a 6 mm de ancho, de color café claro. Crece a altitudes de entre 2,500-2,850 msnm. A veces se le encuentra formando bosques puros y abiertos. Fuera del Valle de México se extiende del suroeste de los Estados Unidos, Chihuahua y Coahuila a Michoacán, Puebla y Veracruz.

El aprovechamiento de esta especie se regula a través de la NOM-012-RECNAT-1996, donde se establecen los procedimientos y especificaciones para el uso doméstico como leña (Herminio-Reyes, 2003).

Historia de la comunidad

El municipio de Tlaxco, y en general el norte de Tlaxcala, se caracteriza por ser una zona con escasos asentamientos y pocos pobladores desde tiempos prehispánicos. De los primeros asentamientos que se tienen registro, se especula que fueron migrantes teotihuacanos y de la

cultura Tezoquiapan. Posteriormente en esta zona confluyeron diversos grupos y tuvo constantes oleadas de inmigrantes otomís, mixtecos, olmecas, entre otros (INAFED, 2010; Sánchez, s/f).

La Hacienda de El Rosario fue uno de los primeros asentamientos coloniales de la zona de Tlaxco, cuando en 1598 Bartolomé López de Morales le compró al indígena Juan del Castillo un poco más de 10 hectáreas de tierra por 30 pesos de oro, y para principios del siglo XVII comenzaría a edificarse la hacienda de Nuestra Señora del Rosario (Rendón-Garcini, 1990). En estas primeras etapas, posteriores a la edificación de la hacienda, aún se nota el predominio de la población indígena en Tlaxco, en el que la mayoría eran hablantes de otomí. Sin embargo, a medida que transcurre el siglo XVIII la proporción de hablantes del náhuatl fue incrementada por la llegada de personas de Cholula, Huejotzingo y Puebla, que fueron a trabajar en las grandes haciendas, así como también la presencia de esclavos de ascendencia africana y mestizos. Y para finales del siglo XVIII se registra un número igual de indígenas como de españoles y mestizos (Alfaro, 2007).

Debido a que esta zona se encuentra rodeada de cordilleras, los vientos húmedos son escasos, lo que resulta en un clima bastante árido, lo cual dificultó la producción de cereales; pero permitió la explotación de maguey pulquero (Menegus y Leal, 1981; Rendón-Garcini, 1990). La Hacienda de El Rosario se distinguió por una amplia producción pulquera, estimulada por ser un punto de convergencia que une los estados de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla; además de estar bien comunicada por un camino de arrieros y posteriormente por las vías de los ferrocarriles Mexicano e Interoceánico. Debido a la creciente producción pulquera, las explotaciones ganadera y maderera fueron perdiendo importancia, y para 1910 estaba plenamente especializada en la producción de pulque; sin embargo, se mantenía un

importante sector de autoconsumo que incluía la siembra de maíz, cebada y, en menor medida, haba (Menegus y Leal, 1981).

Asimismo, desde el siglo XIX, las haciendas pulqueras de la región fueron muy relevantes en el control de la erosión de los suelos, debido a la siembra y mantenimiento del maguey. Con un sistema de semiterraza en bancales (Donkin, 1979) —el cual consiste en un área de siembra ligeramente inclinada por la ladera de los cerros, bordos plantados con maguey y otras plantas para evitar la erosión y ocasionalmente canales en las orillas para mantener la humedad (*metepantle*)— se manejaba una combinación de cultivos comerciales al mismo tiempo que mantenía la producción pulquera y se protegían los suelos (González-Jácome, 2016).

Sin embargo, al transcurrir los años y durante la Revolución Mexicana comenzó el descenso de la producción pulquera en la hacienda dada la situación que enfrentaba el país. Después de este periodo, en el municipio de Tlaxco se repartieron las tierras de la antigua hacienda, y en fechas relativamente tempranas El Rosario se consolidó como ejido en 1937 (Menegus y Leal, 1981).

Ya consolidados como ejido, en los años setenta del siglo XX, en El Rosario se establece la primera Unidad Productora de Materias Primas Forestales (UPMPF) del país, que respondía a la prioridad de la política forestal en esos años, la cual concebía el desarrollo económico en las áreas silvícolas para lograr motivación y participación productiva de los dueños del recurso forestal (Islas, 1987).

A la par que el manejo del monte recuperaba relevancia como actividad productiva, programas estatales como las *Terrazas de Nezahualcóyotl*, implementados en Tlaxcala —en pueblos aledaños a la ciudad de Apizaco entre 1970 y 1980—, intentaban recuperar zonas erosionadas reconstruyendo terrazas con maquinaria pesada y otorgando plantas de maguey.

Sin embargo, en el periodo que transcurrió entre los años noventa y dos mil, la siembra y cultivo de maguey fue perdiendo importancia debido que en el ejido hubo una severa ola de robos de quíotes y pencas de los magueyes, problemática que actualmente persiste en gran parte de la región (Moreno-Calles *et al.*, 2013; Anchondo *et al.*, 2016).

Actualmente, el ejido recibe año con año una importante suma de apoyos federales y privados por sus más de 1,200 ha de bosque manejado (Anchondo *et al.*, 2016). También, en 2013 fue galardonado con el Premio Nacional al Mérito Forestal en la categoría de Protección Forestal (De la Luz, 2015), y en años más recientes la CONAFOR instaló la primera Unidad Productora de Germoplasma Forestal en Tlaxcala, específicamente en este ejido (CONAFOR, 2017).

Demografía y actividades productivas

La comunidad mestiza de El Rosario contaba para 2010 con una población de 2,368 personas, de las cuales 50% son mujeres y 50% son hombres (SEDESOL, 2013). El grado de migración de la comunidad, según censos del INEGI en 2010, es alto, en contraste con el grado de rezago social, el cual es bajo (SEDESOL, 2013). El régimen de propiedad de la tierra sigue siendo ejidal, y actualmente —según el censo del patrón ejidal para 2015-2016— cuenta con 230 ejidatarios, de los cuales 188 son hombres y 42 son mujeres.

Las principales actividades productivas son forestales y agrícolas (1,200 y 1,600 ha respectivamente), además las actividades ganaderas y comerciales también juegan un papel importante (INAFED, 2010; González, 2014; Anchondo *et al.*, 2016). Las áreas agrícolas de temporal se destinan a la siembra de maíz (*Zea mays*) para autoconsumo humano y animal, y también se cosecha de manera abundante la cebada maltera (*Hordeum vulgare*) (Anchondo

et al., 2016). Otros cultivos son: frijol (*Phaseolus vulgaris*), haba (*Vicia faba*), avena forrajera (*Avena sativa*) y trigo (*Triticum* spp.) (González, 2014).

Estudio etnobotánico

El trabajo de campo se dividió en dos secciones. Inicialmente se realizaron 27 entrevistas semiestructuradas en las que se les preguntó a los informantes: perfil sociocultural; conocimientos asociados al uso y manejo; dinámica de cambio (aspectos culturales, ecológicos y biológicos en torno al sabino); y las estrategias de manejo. Posteriormente esta información se vació en bases de datos y a partir de ellas se construyeron tablas y gráficas para representar los resultados. Además, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para conocer los factores ecológicos y socioculturales que explican la dinámica en el uso y manejo de esta especie en dicha comunidad.

La segunda parte consistió en un muestreo ecológico en el cual se muestrearon los bordos de seis parcelas divididas en dos grupos: las parcelas que se encontraban pegadas al monte (ladera) y las parcelas más alejadas (llanura). Se registró la composición botánica de árboles y arbustos presentes en estos espacios. Para cada uno de los individuos se midió altura, dos diámetros perpendiculares de sus copas y el diámetro a la altura del pecho (DAP). De estos datos se obtuvo: el Índice de Valor Ecológico (IVE) total de las seis parcelas y también para cada condición (ladera vs llanura); la estratificación vertical de cada condición; y la riqueza diversidad de las parcelas en llanura vs ladera con el fin de contrastarlas y posiblemente encontrar diferencias por su localización.

Entrevistas

Uso y manejo

Con el fin de averiguar acerca de las prácticas de manejo, usos y cambios a través del tiempo referentes al sabino (*Juniperus deppeana*) que se encuentran dentro de los sistemas agroforestales en la comunidad El Rosario, se realizaron 12 salidas de campo durante los meses de noviembre de 2015 a julio de 2016. Para la recolección de la información se llevó a cabo un estudio etnobotánico que incluyó observación participante, entrevistas informales y semiestructuradas, siguiendo el método descrito por Rusell (1995) y Martin (1995). La información compilada a partir de las entrevistas semiestructuradas se obtuvo por medio de una muestra aleatoria de 27 ejidatarios de la comunidad, los cuales fueron seleccionados al azar a partir del padrón del ejido. En las entrevistas (Anexo 1) se incluyeron cuatro ejes principales: perfil sociocultural de los informantes; conocimientos asociados al uso y manejo del sabino; dinámica de cambio en el uso y manejo considerando aspectos culturales, biológicos y ecológicos; y descripción de las estrategias de manejo de *J. deppeana*, de acuerdo con la caracterización de Casas *et al.* (1996; 1997), González-Insuasti y Caballero (2007), González-Insuasti *et al.* (2008) y Blancas *et al.*, (2010). Particularmente para los usos del sabino (*J. deppeana*) se realizó una estimación de la vigencia, siguiendo la metodología que considera la frecuencia de uso de los recursos vegetales en estudios etnobotánicos (Martin, 1995).

Elementos y función del sistema agroforestal

Para caracterizar los elementos del sistema agroforestal, de las entrevistas se tomaron los aspectos culturales, biológicos y ecológicos, los cuales proporcionaron el conocimiento que tienen los ejidatarios en torno al sabino (*Juniperus deppeana*), y el papel que juega dentro de

estos sistemas. De los aspectos culturales, destaca la información en torno a lo que se cultiva con mayor frecuencia en los *metepantles*, el empleo y cambio de tecnologías e insumos, la disposición de los sabinos dentro de las parcelas, apreciación de beneficios y desventajas que los ejidatarios reconocen por dejar a los sabinos dentro de los *metepantles*, así como la percepción de abundancia a través del tiempo de las poblaciones de *Juniperus deppeana* dentro y fuera de los *metepantles*. Entre los aspectos biológicos se consideró el reconocimiento por parte de los entrevistados de la época reproductiva, forma de crecimiento y desarrollo de raíces, entre otros. Finalmente, se tomaron en cuenta aspectos ecológicos como las interacciones bióticas con flora y fauna, el reconocimiento de plagas y los hábitats donde están más representadas sus poblaciones dentro del ejido.

Muestreo en el sistema de borde de los metepantles

Con la finalidad de conocer la diversidad asociada, la capacidad de conservación de esta diversidad en los sistemas agroforestales y el papel que juega *Juniperus deppeana* —además de evaluar cómo influye la modificación de los *metepantles* en la diversidad debido a los cambios tecnológicos—, se realizó un muestreo de la vegetación arbórea y arbustiva que crece en los bordos que rodean las parcelas. Se seleccionaron por cuotas seis parcelas (Tabla 1), divididas en dos grupos de tres parcelas cada una, las cuales fueron elegidas por diferencias de localización con respecto a la pendiente. De esta forma, tres parcelas se localizaron cercanas a la comunidad, en terrenos accesibles y con menor pendiente: a esta condición se le llamó llanura. Las otras tres parcelas se situaron en las faldas del monte, donde los terrenos son más accidentados y la pendiente es mayor, por lo que se les nombró ladera. Cabe mencionar que se esperaba que en la condición de ladera fuera menos accesible

el paso para maquinaria pesada, como el tractor, por la geografía del terreno y la vegetación cambiara en diversidad y abundancia debido a la influencia del bosque situado a escasos metros de estas parcelas.

Tabla 1. Características de los grupos de las parcelas.

	Parcela	Altitud (msnm)	Área muestreada (m ²)
Ladera	1	2713	408.9
	2	2708	255.14
	3	2725	385.46
Llanura	4	2654	356.38
	5	2696	124.42
	6	2695	163.5

En cada parcela se tomaron en cuenta dos lados perpendiculares, en los que se trazaron transectos de 2 metros de ancho para cada bordo por lo largo de cada parcela, la cual variaba según el tamaño de la misma. En el transecto los atributos registrados fueron la composición botánica, el número de individuos por especies y se recabaron los siguientes datos de cada individuo: altura, dos diámetros perpendiculares de sus copas y, en el caso de árboles, además se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) cuando éstos eran ≥ 10 cm (Rosales *et al.*, 2016). También se colectó material botánico de los individuos para su posterior identificación.

Análisis de la información

Con el fin de realizar el análisis de datos de las entrevistas y el muestreo, se elaboraron bases de datos en Microsoft Excel®, así como gráficas y tablas para el resumen de los resultados en este mismo programa.

Entrevistas

La metodología para conocer los factores ecológicos y socioculturales que explican la dinámica en el uso y manejo de *Juniperus deppeana* se basó en la realización de un análisis de componentes principales (ACP). Se construyó una matriz básica de datos, donde se consideraron los cuatro grandes ejes de la entrevista, de los cuales sólo se tomaron en cuenta 29 variables cuya descripción y ponderación se enuncia en la Tabla 2. Esta matriz se utilizó para realizar el ACP, mediante el programa Numerical Taxonomy System (NTSYS versión 2.2; Rohlf, 1993), con el fin de caracterizar a los entrevistados en torno a las prácticas de manejo y conocimiento general del sabino.

Tabla 2. Ponderación de las variables utilizadas para el Análisis de Componentes Principales (ACP).

Eje	Variables	Descripción		
Socio económicos	Edad	número de años		
	Género	masculino (1)	femenino (2)	
	Escolaridad	número de años		
	Migración	no (0)	sí (1)	
	Destino de migración	1=regional/local	2=nacional (no región centro)	3=Internacional
	Padres campesinos	no (0)	sí (1)	
	Trabajan la tierra	no (0)	sí (1)	
	Años de trabajar la tierra	número de años		
	Posesión de tierra ejidal	uso común (0)	posesión (1)	
Usos	Usos utilitarios	número de usos que reconoce		
	Partes usadas	mayormente vegetativo (1)	mayormente reproductivo (2)	ambos (3)
Reconocimiento de factores ecológico/ biológicos	Frecuencia de uso	no lo usa (0)	poco/ ocasionalmente (1)	regular (2)
	Plagas	no sabe (0)	si (1)	no (no)
	Identificación de la plaga	no (0)	sí (1)	
	No. de estrategias para combatir plagas	número de prácticas para combatirlas		
	Percepción de abundancia	Actualmente hay más (1)	igual (2)	Ahora hay menos (3)
	Reconoce fenología	no (0)	sí (1)	
	Usos ecosistémicos /beneficios ecosistémicos	número de usos que reconoce		
No. de beneficios	número de beneficios que reconoce			

Manejo	No. de desventajas	número de desventajas que reconoce				
	No. de interacción ecológicas-flora	número de flora que interaccionan con el Sabino				
	No. de interacción ecológicas-fauna	número de fauna que interaccionan con el Sabino				
	Reconocimiento de variantes	no reconoce (0)	Sí reconoce (1)		mucho (3)	
	No. de variantes	número de variantes				
	Formas de manejo	recolección (1)	tolerancia (2)	promoción (3)	protección (4)	ex situ (5)
	No. de labores	número de labores				
	Maquinaria empleada	no usa (0)	yunta (1)	tractor (2)		ambos (3)
	Insumos empleados	no usa (0)	abono orgánico (1)	agroquímicos (2)		ambos (3)
	Tipos de cultivos	autoconsumo (1)	comercial (2)		ambos (3)	

Parámetros ecológicos evaluados en los muestreos de los bordos

Composición florística

La composición florística se evaluó mediante la identificación de familias, géneros y, en algunos casos, especies presentes en cada parcela. Para valorar la estructura horizontal de los individuos de las seis parcelas se obtuvo la importancia de las especies vegetales a través del Índice de Valor Ecológico (IVE) (Curtis y McIntosh, 1951), el cual caracteriza la vegetación jerarquizando la dominancia de cada especie (Keel *et al.*, 1993), y resulta de la suma de la densidad relativa, la frecuencia relativa y el predominio. Este índice, además, ha sido aplicado en trabajos relacionados con la evaluación de los sistemas agroforestales y/o estructuras de bosques (véase Magdaleno *et al.*, 2005; Jiménez *et al.*, 2010; Zarco-Espinosa *et al.*, 2010; Vallejo *et al.*, 2015). Sin embargo, debido al tipo de muestreo realizado, no se pudo estimar la frecuencia, por lo que sólo se calculó utilizando el predominio relativo y la densidad relativa.

De tal forma, para el cálculo del predominio, que es un estimador de biomasa y se consideró como la inferencia de biomasa a partir del volumen estimado, se utilizó el volumen de los individuos según la forma de crecimiento: arbustos o árboles; para arbustos se utilizó la fórmula de volumen de un elipsoide, y en el caso de árboles se obtuvo el volumen a través de la fórmula del cono truncado invertido (Blancas *et al.*, 2009).

Tanto para la comparación de diversidad y riqueza como para el contraste de alturas, se redujo el área muestreada en las parcelas de ladera (Tabla 3), ya que éstas, por diferencias de manejo en promedio, son más grandes, lo que quedó reflejado en el muestro de las mismas.

Tabla 3. Reajuste de tamaño de las parcelas ubicadas en ladera.

	Parcela	Área muestreada (m ²)	Reducción de áreas (m ²)
	1	408.9	250.02
Ladera	2	255.14	160
	3	385.46	243.46
Total		1110.5	653.48
	4	356.38	356.38
Llanura	5	124.42	124.42
	6	163.5	163.5
Total		653.3	653.3

Estratificación vertical

Se comparó la estratificación vertical a través de las alturas del componente arbóreo y arbustivo en las llanuras, así como en las áreas reducidas de las laderas (Tabla 3). Para el análisis de datos se utilizaron las reglas generales de distribución de frecuencias de datos agrupados (Candel *et al.*, 1991), las cuales ordenan las alturas de los individuos de las llanuras y de las laderas en clases. Posteriormente se calculó el intervalo de clase según Sturges (Sturges, 1926; Llinás *et al.*, 2006) y finalmente se construyó un histograma de frecuencias por categoría de altura para poder comparar los datos de ambas condiciones.

Riqueza y diversidad

Con el número total de individuos después del reajuste de las especies arbóreas y arbustivas para cada condición —ladera y llanura (Tabla 3)—, se estimó la riqueza y diversidad de especies con el programa Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis (PAST versión 3.16; Hammer *et al.*, 2011). La riqueza de especies se calculó mediante el índice de Margalef (1958), el cual se basa en el número de especies presentes en una muestra sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001).

Por otra parte, se calculó diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener (H') (Shannon y Weaver, 1949), el cual mide el grado promedio de incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de cada condición (Magurran, 1988), y también considera la riqueza de especies y la heterogeneidad (Moreno *et al.*, 2006). Para el cálculo de este mismo atributo, también se utilizó el índice de Simpson (S) (Simpson, 1949), el cual mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a diferentes especies (Magurran, 1989). Dicho índice es inverso a la equidad, por lo cual está fuertemente influenciado por las especies más abundantes, siendo así menos sensible a la riqueza de la muestra (Marrugan, 1989).

Para evaluar las diferencias en diversidad de estos dos últimos en los terrenos en ladera y llanura, se realizó una prueba de T para poder compararlas con el paquete estadístico PAST, a fin de conocer si las diferencias son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Además, para obtener más información acerca de las diferencias que presenta cada condición (ladera vs llanura) respecto a la flora que comparten se calculó el índice de similitud de Sorensen cualitativo (I_s) (Moreno, 2001) el cual relaciona el número de especies que comparten los dos sitios con respecto a todas las especies encontradas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Usos de *Juniperus deppeana*

Se encontraron 13 distintos usos para *Juniperus deppeana*: leña, maderable, para uso en el temazcal, como remedio, poste, horcón, en altares, como cruz de entierro, como árbol de navidad, canoa, herramienta y de uso veterinario. En promedio los entrevistados mencionaron cuatro usos (± 1.5 usos), los cuales se agruparon en siete categorías (Figura 2). Este número de usos documentados para el sabino nos indica un papel importante de esta especie en la vida cotidiana de los habitantes de esta comunidad, colocándolo en el grupo de plantas silvestres con el mayor número de usos reportados para México, sólo por debajo de los agaves, los cuales reportan usos diversificados en Mesoamérica (Blancas *et al.*, 2010; Casas *et al.*, 2016; Torres *et al.*, 2015; BADEPLAM, 2017).

Categorías de uso

Las categorías de uso del sabino (Figura 2) con mayor número de menciones fueron leña (100%), maderable (96%), medicinal (81%) y construcción (74). En menor medida, se mencionaron los usos: ceremonial (48%), utensilios (11%) y veterinarios (7%). Esto coincide con lo reportado para algunos patrones de uso de la flora de México por parte de comunidades tradicionales, ya que se ha visto que los árboles en general son utilizados y aprovechados principalmente como leña, por la calidad de su madera para la construcción de muebles y utensilios, o por algunos de sus derivados como los frutos, semillas, flores, látex o cortezas (Caballero *et al.*, 1998; Toledo *et al.*, 2003; Moreno-Calles *et al.*, 2013).

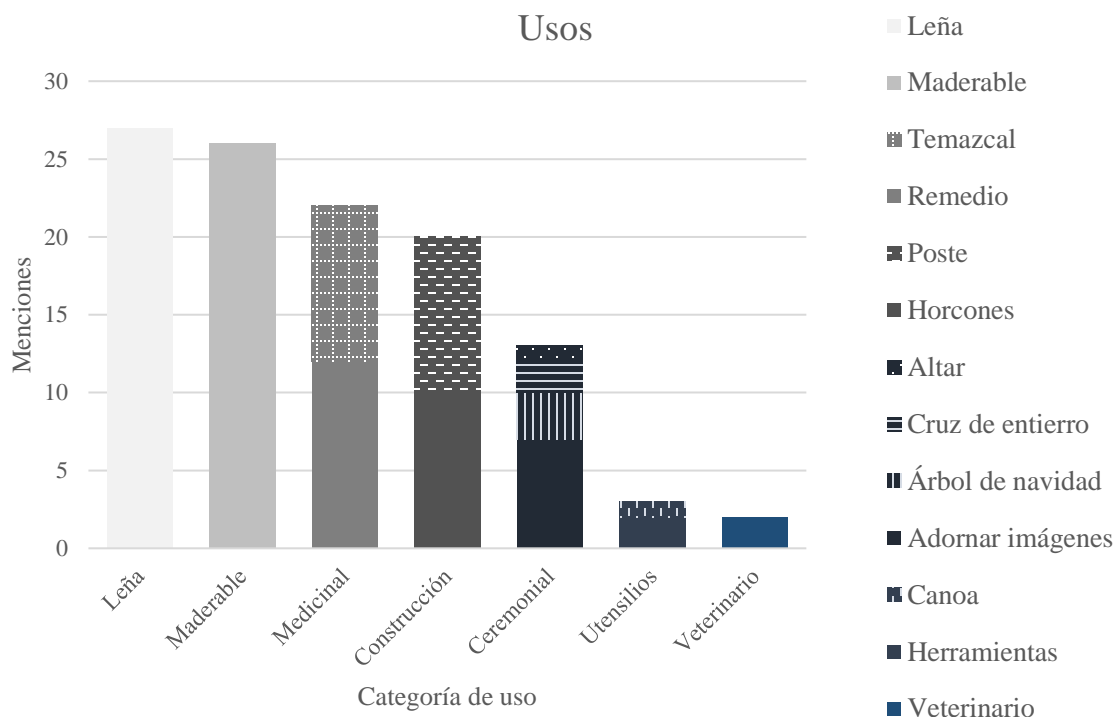


Figura 2. Número de menciones por categoría de uso en *Juniperus deppeana*.

A continuación, se especifican las categorías de uso, así como su vigencia, la cual se clasificó en: “no usa”, para las personas que conocen el uso, pero nunca lo han empleado; “poco”, para aquellos que casi nunca lo han ocupado, alguna vez lo utilizó o muy esporádicamente; “regular”, para usos constantes (al menos una vez en el mes); y “mucho”, para usos muy frecuentes o cotidianos. Además, se mencionan para cada categoría de uso, las partes del árbol que se ocupan.

Leña

La preferencia relativa de esta especie utilizada como leña es del 100%, sin embargo, el uso de la leña actualmente, indican los ejidatarios, va de “regular” (44%) a “poco” (36%); sin embargo, 16% de los informantes mencionaron que puede ser “mucho” este tipo de consumo

(Figura 3). Las personas que utilizan al sabino como leña mencionan que lo prefieren por ser un buen combustible (31%), que hace buena brasa (24%) y no hace mucho humo (24%), además de ser un recurso que está disponible, tiene un aroma agradable y no se pudre cuando se almacena. Las partes del árbol que son aprovechadas para este fin son en su mayoría las ramas más delgadas (51% de las menciones) y/o los desechos después de la poda. Cuando se aprovecha todo el árbol como leña (40%), la mayoría de los informantes mencionan que es cuando el árbol muere, o bien, se aprovecha para otro fin y el desecho de éste es el que se ocupará como leña.

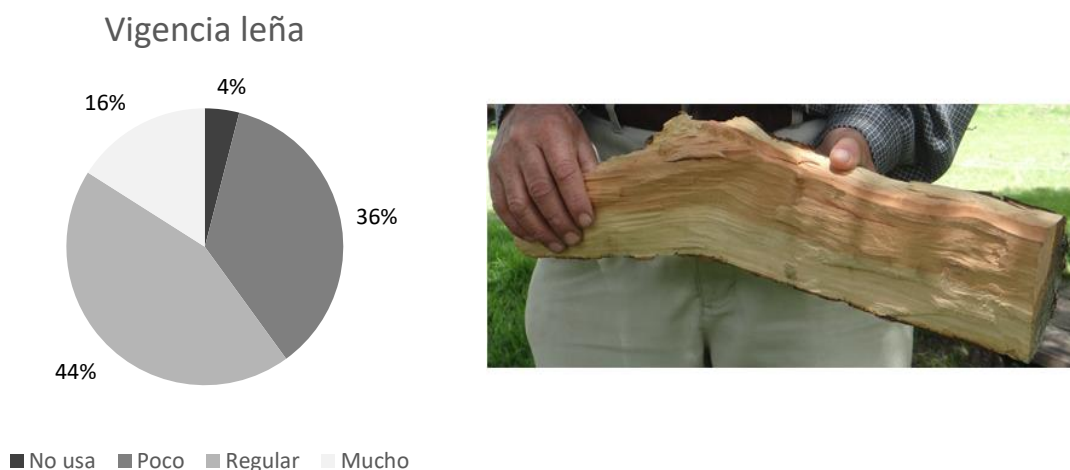


Figura 3. Proporción de la frecuencia de uso para la categoría leña y trozo de sabino (*J. deppeana*) utilizado como leña.

Maderable

Dentro de la categoría maderable tiene una preferencia relativa del 96% y se encuentran las menciones de uso que van desde lapiceras, burós, bases de camas, puertas, mesas, sillas, entre otros. La preferencia por utilizar al sabino como un recurso maderable es porque lo consideran una madera fina (40%), además de que despiden un aroma muy agradable (24%)

y tiene buena calidad (22%), ya que es resistente y perdura, también es apreciada por tener buen acabado (11%).

Las partes del árbol que se utilizan para este fin son el tronco (79%), el cual debe ser grueso (44%), no presentar muchas ramas (28%) y estar derecho (22%) para que se puedan confeccionar diversos artículos. También, pero en una proporción menor, se aprovechan las ramas (21%) para trabajos en los que no se requiera mucho material. A pesar de que este recurso es muy apreciado como madera para la elaboración de muebles, la frecuencia de este uso en su mayoría es “poco” (68%), y en menor medida puede llegar a tener un uso “regular” (9%) según los informantes. Así, el resto de los entrevistados (23%) conoce que se usa para este fin, pero ellos nunca lo han utilizado (Figura 4).

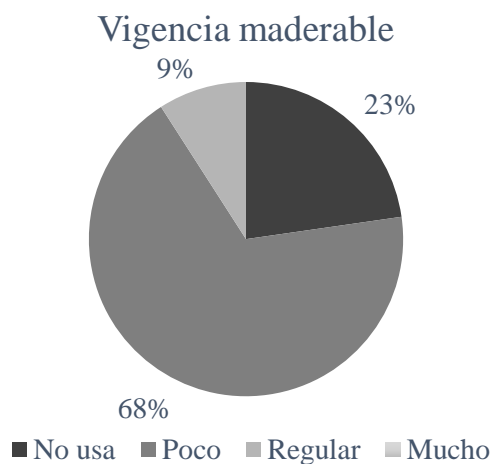


Figura 4. Proporción de la frecuencia de uso para la categoría maderable y un buró fabricado con la madera de *J. deppeana*.

Medicinal

Los informantes le confieren la propiedad de ser una planta caliente y además muy amarga, por lo que se utiliza para curar distintas dolencias (Tabla 4), la preferencia relativa en esta categoría es del 81%.

Tabla 4. Remedios en los que se utiliza para curar dolencias.

Dolencia	Parte utilizada	Forma de empleo
Dolor de estómago	Hojas	Se prepara en té o se mastican las hojas sin cocción previa
Resfriados	Hojas	Se prepara en té o en baños
Dolor de muelas	Conos	Se prepara en té
Dolencia de huesos y piernas	Hojas	Se prepara en té
Corajes	Hojas	Se prepara en té
Mujeres recién aliviadas	Hojas	Se usan en temazcal con más hierbas como: tepozán (<i>Buddleja cordata</i>), marrubio (<i>Marrubium vulgare</i>), hierba de la virgen (<i>Loeselia mexicana</i>), etc.

Cabe destacar que un considerable número de menciones de uso son como baños de Temazcal (44%) para las mujeres que recién han parido. Las partes que se ocupan dentro de esta categoría casi siempre son hojas (92%), y sólo en el caso de la dolencia de muelas se ocupan los conos. En cuanto a la frecuencia en que se utiliza actualmente es muy “poco”

(40%), y en la mayoría de los casos las personas sólo conocen el uso o hasta incluso la manera de preparación, pero ya no lo ocupan (60%) (Figura 5).

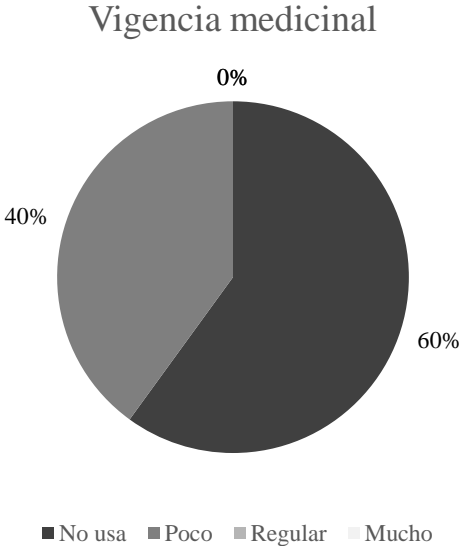


Figura 5. Proporción de la frecuencia de uso para la categoría medicinal.

Construcción

Dentro de esta categoría la preferencia relativa es de 74% y se incluyen postes y horcones. Los pobladores prefieren al sabino en este tipo de materiales de construcción principalmente por su durabilidad (58%), ya que aún enterrado no se pudre (43%); a su vez, reconocen que es muy resistente (5%). Las partes que se prefieren para este fin son mayormente ramas, aunque también se usa el árbol completo: las seleccionan principalmente por estar derechas (57%), gruesas para horcones, o bien, delgadas para postes. Actualmente muchos de los ejidatarios (40%) lo usan “poco”, aunque puede llegar a tener un uso “regular” (20%), y un considerable porcentaje de los que conoce este uso (40%) no lo utiliza, pero sí sabe que se emplea de esta manera (Figura 6).

Vigencia construcción

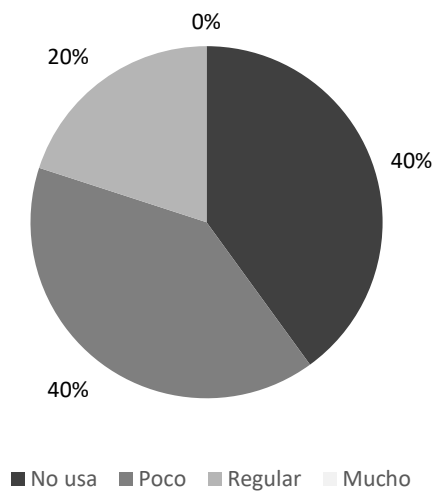


Figura 6. Proporciones de la frecuencia de uso para la categoría construcción y postes de sabino.

Ceremonial

En esta categoría la preferencia relativa fue del 48% y se incluyen desde personas que lo usan para poner altares a la virgen hasta otros que los emplean como árboles de navidad en el arrullo del niño Jesús, o bien para la construcción de una cruz de entierro (Figura 7). La preferencia está relacionada al hecho de que es un recurso muy disponible, por gusto y, en el caso de la cruz de entierro, por su durabilidad y aroma. Generalmente se seleccionan las mejores ramas, es decir, que estén derechas principalmente para estos fines. Su uso en la actualidad es poco.



Figura 7. Cruz de entierro con madera del árbol *Juniperus deppeana*.

Utensilios

En esta categoría los entrevistados tienen una preferencia relativa de 11% y hacen menciones de uso para la elaboración de cabos de algunas herramientas, como las rascadoras o bien mazos, también para construir canoas para el almacenamiento de agua o abrevaderos (Figura 8). Las partes que se utilizan en esta categoría son las ramas y troncos. Esta especie la prefieren como herramienta porque es una madera muy resistente y además es muy estética. En cuanto al almacenamiento del agua, es una madera dura, que tarda en pudrirse aún en

contacto con ésta. Todos los ejidatarios que mencionaron un uso dentro de esta categoría coinciden en que la frecuencia con la que se ocupa actualmente para este fin ya es muy poca.



Figura 8. *Juniperus deppeana* utilizado como abrevadero.

Uso veterinario

Dentro de esta categoría la preferencia relativa es poca (7%) y se incluye básicamente el uso veterinario medicinal para las vacas. Se utiliza una rama de sabino de tamaño mediano cuando las vacas se “enhierban”, es decir, se inflaman por la ingesta de algunas hierbas; entonces se les atora la rama en el hocico de la vaca hasta que ésta se desinflame. También se utiliza para lavar las ubres y pelvis de las vacas cuando éstas acaban de parir, para lo cual hierven con agua hojas del sabino, sal y otras hierbas para atenuar las dolencias del parto. Estas prácticas en general ya no son usuales, y su frecuencia es muy poca.

Respecto a *Juniperus deppeana* se reportan varios usos a lo largo de todo el territorio mexicano que coinciden con lo documentado en este trabajo, sin embargo, en algunos casos éstos están reportados para la especie, la cual no necesariamente es parte de un sistema agroforestal (por ejemplo: Vázquez-Yanes *et al.*, 1999; Herminio-Reyes, 2003; González-Jácome, 2003; Camou-Guerrero, 2008; CONABIO-PRONARE, 2011; Moreno-Calles *et al.*, 2013). Otras especies de árboles importantes en esta región presentan usos similares dentro de sistemas agroforestales. Por ejemplo, el capulín (*Prunus serotina* var. *capuli*) como parte del sistema agroforestal es ocupado como barrera rompevientos y para la captación de nutrientes, además es utilizado como planta medicinal, combustible, maderable y comestible (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999; Avendaño-Gómez *et al.*, 2015). Otro árbol multipropósito de interés agroforestal es el aile (*Alnus acuminata*), el cual se usa como combustible, maderable, medicinal, construcción de utensilios, etc. (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999). Por mencionar otros árboles que se encuentran comúnmente dentro de sistemas agroforestales con usos similares a los del sabino están: el pirul (*Schinus molle*) (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999), el mezquite (*Prosopis laevigata*) (Meraz *et al.*, 1998), el tempesquistle (*Sideroxylon palmeri*) (González-Soberanis y Casas, 2004).

Vigencia de las categorías de uso

En cuanto a la vigencia por categoría de uso, el número de menciones no necesariamente corresponde con la frecuencia del uso para cada categoría. Por ejemplo, la categoría maderable, pese a que es la segunda con mayor número de menciones, posee una frecuencia de uso baja, lo cual parece estar relacionada con la regulación del corte de esta especie. La

categoría que presenta un uso regular es leña, seguida de construcción; sin embargo, para la mayoría de las personas lo ocupan “regular” y “poco” respectivamente (Figura 9).

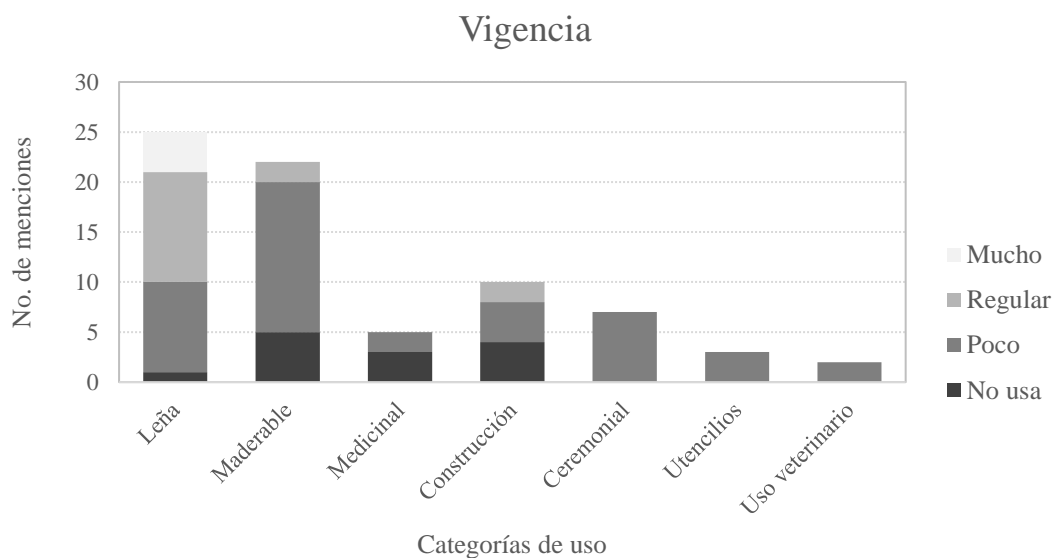


Figura 9. Vigencia actual partir de las menciones en relación con la categoría de uso.

La vigencia de muchos recursos ha sido analizada en diversos estudios etnobotánicos, sobre todo en aquellos que tratan sobre plantas comestibles y medicinales (Naranjo, 2012; Solano, 2016). En estas categorías quizá se experimentan las mayores pérdidas de uso y manejo. Esto debido a cambios socioculturales (conocimientos, migración, régimen de propiedad de la tierra, incidencia de programas sociales); pero también a otros asociados a modificaciones en la tecnología y en la vocación de los agroecosistemas (Turner, 1988).

En cuanto a *Juniperus deppeana*, existen reportes en comunidades Rarámuri en la Sierra Tarahumara en el estado de Chihuahua acerca de que es una especie con un alto índice de valor de uso (IVU), el cual habla de la frecuencia de uso y una precepción sobre la calidad de este recurso para su aprovechamiento como leña, medicina y en la reparación y/o

construcción de cercos, siendo el IVU una medida indirecta de su aprovechamiento y valoración en la comunidad (Camou-Guerrero *et al.*, 2008). En contraste, en el ejido de El Rosario, la mayoría de las categorías de uso documentadas cuentan con poca o nada de frecuencia de uso, quizás excepto para la categoría de leña, que tiene un uso regular. Un ejemplo de la falta de vigencia de las categorías maderable, construcción y medicinal parece estar relacionada con los cambios tecnológicos y de regulación en los últimos años. Actualmente, el corte de *Juniperus deppeana* es regulado por el ejido como sucede en otros ejidos dentro de Tlaxco (Moreno-Calles, *et al.*, 2013), así como por normas externas a la comunidad emitidas por instituciones como SEMARNAT (Herminio-Reyes, 2003), por lo cual es poco frecuente su aprovechamiento dado que las necesidades de la madera, combustible y postes se pueden satisfacer con los árboles del bosque o aserradero aledaños (Anchondo *et al.*, 2016). En cuanto a los usos, por ejemplo, de construcción y medicinal, éstos han sido sustituidos por materiales más duraderos como el cemento, a pesar de que además de ser más caros, están poco integrados a las condiciones ambientales del lugar; o bien por medicamentos de rápido alivio, no obstante que sus efectos secundarios pueden causar enfermedades iatrogénicas, las cuales son dolencias, a su vez, causadas por tratamientos médicos anteriores.

Partes utilizadas

Para cada categoría de uso la parte utilizada del árbol es diferente. En la categoría leña, según el número de menciones, las ramas son la parte con mayor aprovechamiento para este fin; en cambio en la categoría maderable, se ocupa con más frecuencia todo el árbol. Las ramillas u hojas son las más utilizadas dentro de la categoría medicinal y para el uso veterinario. En el

resto de las categorías (construcción, ceremonial y utensilios) las ramas son las partes más usadas para estos fines (Tabla 5).

Tabla 5. Partes utilizadas por categoría.

Categoría/Parte utilizada	Árbol en vida	Todo	Rama	Ramilla/Hojas	Conos
Leña		14	18	3	
Maderable		22	6		
Medicinal				11	1
Construcción		2	10		
Ceremonial	1	1	6		
Utensilios		1	1		
Uso veterinario				2	
Total	1	40	40	16	1

Las partes que más se utilizan en la mayoría de las categorías son el tronco del árbol y las ramas, seguidos de las hojas y, en una proporción mucho menor, los conos y el árbol en vida. Sin embargo, como ya se especificó en la sección de vigencia, las categorías en las que se llega a aprovechar todo el árbol son poco frecuentes, por ejemplo, la categoría maderable o bien en aquellas que tienen una frecuencia de uso regular: para la leña es más frecuente el aprovechamiento de las ramas. Sin embargo, cuando se utiliza todo el árbol generalmente es porque el árbol entero fue derribado y se puede aprovechar para leña o para otros fines, sin ser una práctica constante el derribo de estos individuos para el aprovechamiento exclusivo de leña.

Asimismo, prácticas de manejo, como la poda de las ramas, también influyen en que éstas puedan ser eventualmente aprovechadas como leña. Estos ciclos y la utilización moderada de los recursos se han visto generalmente en los agroecosistemas (Altieri, 1999; Gliessman, 2002). No obstante, éstos se han modificado, debido al creciente uso de nuevas herramientas

para el cultivo, por ejemplo. Así, a pesar de que la demanda sobre el uso de un recurso haya disminuido por la sustitución de otro tipo de combustibles o reglas de acceso; paradójicamente a esta disminución de uso por los cambios tecnológicos, también se han visto disminuidas las poblaciones de *J. deppena* debido al incremento de maquinaria como el tractor en las parcelas.

Formas de manejo documentadas para *Juniperus deppena*

Juniperus deppena es una especie nativa de esta región de Tlaxcala, ya que sus poblaciones naturales estaban establecidas antes de la modificación antropogénica de los terrenos para la agricultura. Así, el sabino está mayormente bajo formas de manejo *in situ* en esta comunidad (Figura 10), ya que se maneja dentro de los mismos espacios donde sus poblaciones se desarrollan naturalmente. Aunque en menor medida, también se llevan a cabo prácticas de manejo *ex situ*, debido a que algunos informantes realizan la reproducción de individuos fuera de los ambientes donde se establecen naturalmente, llevándolos por ejemplo a sus hogares, huertos o jardines.

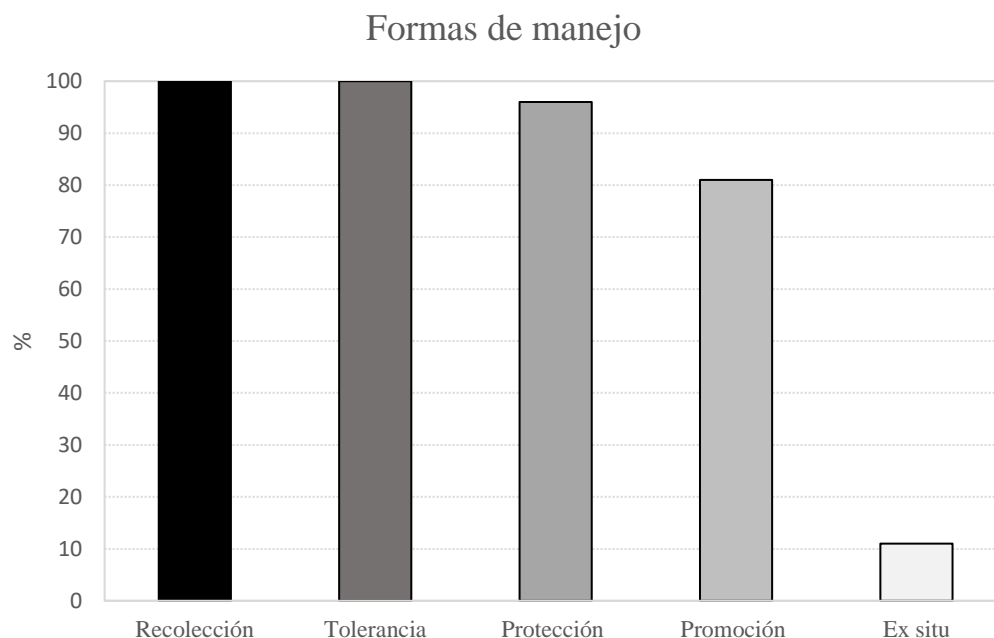


Figura 10. Porcentajes de acuerdo con las formas de manejo que practican los ejidatarios de El Rosario.

Asimismo, se distinguen variedades de árboles de *Juniperus deppeana*. La gran mayoría de ejidatarios reconoce dos clases de sabino (69%) los cuales pueden: 1) variar en dos intensidades del verde de su follaje (11.11%) o bien; 2) ser de color rojo o blanco el duramen del tronco (88.88%). El resto de los informantes no distinguen variedades (23%) y atribuyen que el color del duramen o “corazón” de la madera —como ellos lo llaman— tiene relación con el estado de desarrollo de la planta: “*cuando madura, por dentro se pone rojo el corazón [del tronco] y de joven la madera es toda blanca...*”. Algunos pocos distinguen tres clases de sabino (8%), los cuales pueden ser intensidades de verdes o, además de blanco y rojo, color negro refiriéndose a árboles con ramas muy torcidas.

A pesar de que la mayoría de los campesinos distinguen al menos dos variedades de sabino, esto influyen poco en las prácticas de manejo, ya que la mayoría (81.25%) asegura no preferir un color particular de sabino sobre otro. Además, debido a que la característica distintiva de las variedades de *Juniperus deppeana* se encuentra en el duramen del tronco, primero se tiene

que cortar el árbol para saber qué color presenta el “corazón” de la madera, lo cual imposibilita la selección previa de una clase particular de sabino para su aprovechamiento o manejo antes del corte.

Formas de manejo in situ

- **Recolección.** Todas las personas coinciden en haber recolectado esta planta al menos una vez en su vida para fines de leña, aprovechamiento de la madera para la construcción de algún mueble, fines médicos o para la construcción de postes y horcones principalmente. Si bien no se da una recolección con reconocimiento de variantes (aun cuando sí haya variantes identificadas), existen características de los individuos más apreciadas para algunos fines. Por ejemplo, para el aprovechamiento maderable o bien la construcción de cercas y/o casas las ramas se prefieren gruesas y lo más derechas posibles.
- **Tolerancia.** Dentro de los sistemas agroforestales, *Juniperus deppeana* es una especie tolerada por todos los informantes, ya que deliberadamente dejan en pie algunos individuos dentro de los bordos de las parcelas. Las principales razones de tolerancia son de tipo éticas, pues las consideran parte del paisaje y la naturaleza. También es muy apreciada por la sombra que les proporciona a los campesinos cuando van al campo a trabajar, y porque en algún momento de su madurez algunos individuos pueden ser aprovechados para la construcción de muebles, entre otras muchas razones (Tabla 6).

Tabla 6. Razones para realizar la práctica de tolerancia en el sabino.

Categoría	Razones para tolerarlos	%
Beneficios ecosistémicos	Sombra	25
	Control de la erosión	4.5
	Atractor de lluvias	2
	Lindero	2
Utilitarios	Maderable	7
	Combustible	2
Éticos	Parte de la naturaleza	37
	Estético	7
	Reglas de uso	7
	Verlos crecer	4.5
	Percepción de pérdida de abundancia	2

Asimismo, para dejar un individuo en pie dentro de los sistemas de cultivo, éstos tienen que permitir principalmente las labores de la tierra (67%), es decir, no deben estorbar y permitir el paso del tractor y/o no proporcionar sombra a los cultivos de interés. Otra razón para dejarlos en pie tiene que ver con que los individuos sean muy grandes/viejos y/o bien sean vigorosos y derechos (16%), los cuales después pueden ser aprovechados como un recurso maderable.

- Promoción. Una proporción considerable de personas (80%) lleva a cabo estrategias de promoción en las poblaciones de *Juniperus deppeana*, principalmente por medio de prácticas como el trasplante o la quema indirecta del sabino debido a la quema de otras especies. En dichas prácticas de manejo, que tienen que ver con el manejo general de las parcelas de cultivo, podrían verse beneficiadas las poblaciones de sabino, sin embargo, esta estrategia de manejo no es particular de esta especie (manejo no individualizado). Así mismo, de todos los informantes que realizan esta práctica, la mayoría lo hace a través de la

modificación indirecta del ambiente. Por ejemplo, el uso de fuego (87%) dentro de las parcelas, bordos y zanjas, es decir, espacios donde se encuentran las poblaciones de sabino y podrían verse beneficiados por estas labores, ya que dicha especie se ve favorecida por la aparición periódica de incendios (CONABIO-PRONARE, 2011), sin embargo, se necesitarían hacer estudios más detallados para asegurar que existe una relación que directamente se asocie o no al manejo del paisaje con el fuego y la abundancia de esta especie. La quema por lo general se lleva a cabo para eliminación de hierbas/pastos secos con la finalidad de que éstos vuelvan a reverdecer para que los animales pastoreen. Sin embargo, más de la mitad de los informantes (79%) asegura que en la actualidad esta práctica ya no se realiza, o bien su frecuencia es muy poca debido a la regulación en cuanto a la quema de estos espacios. Otra de las prácticas de promoción es el trasplante de individuos *in situ*. Estos individuos son renuevos que nacen en la misma parcela y son llevados a los bordos o espacios donde no estorben para la siembra de granos de interés, sin embargo, esta práctica no es usual (13%); si bien algunos informantes lo han hecho alguna vez por diversas razones como: “...enseñar a los hijos a cuidar...”.

- Protección. Esta forma de manejo consiste en llevar a cabo cuidados especiales en ciertos individuos que están en los bordos de las parcelas. La mayoría de los ejidatarios de esta comunidad realizan alguna práctica de protección (96%). Por ejemplo, hacen labores como podar los árboles de sabino (81%), principalmente para que éstos no estorben (56%), ya sea para el paso de los tractores, o bien para que no les den sombra a los cultivos de interés. La poda también se lleva a cabo

para estimular el crecimiento (44%) de los árboles, ya sea para que se vayan derechos, crezcan más rápido y/o no tengan un crecimiento de tipo arbustivo. En menor medida también se hacen labores encaminadas al control de plagas (10%); por ejemplo, remover el injerto (*Phoradendron minutifolium*). Otras personas construyen cercas (6%), en algunos casos de magueyes (*Agave salmiana*), para no removerlos o bien para que los animales no se los coman cuando los árboles son juveniles. En otros casos incluso mojan los individuos de sabino para evitar que éstos se quemen cuando en los bordos se usa fuego para limpiar las parcelas de cultivo. En cuanto a reglas comunitarias de regulación en torno al corte y aprovechamiento del sabino, todos los informantes aseguran que está vedado cortar el árbol completo, o incluso para podarlo se requieren permisos especiales. La sanción por cortar sabinos que se encuentra dentro de las parcelas consiste en una multa económica, la cual se irá a las arcas del ejido.

Manejo ex situ

Una de las estrategias de manejo *ex situ* poco usual (11%), es la siembra de individuos de *Juniperus deppeana* fuera de los ambientes de donde crecieron naturalmente (Figura 10). En algunos casos las personas adquieren individuos de sabino en un vivero del municipio vecino (Atlangatepec) —donde se dedican a la reproducción de esta especie— para luego trasplantarlos en el campo (67%). También los ejidatarios dicen haber llevado del campo hacia sus hogares renuevos de *Juniperus deppeana* (33%). Estas acciones están dirigidas principalmente por razones estéticas o relacionadas con los beneficios ecosistémicos, por ejemplo, “... me gusta tenerlos en las parcelas, ¡Imagínese que llega uno a la parcela y el

sol está fuerte! ¿En qué se va a sombrear uno? Además, se ven bonitas las parcelas con más vegetación”.

Juniperus deppeana es una planta que puede llegar a ser comercializada según los informantes (75%), sin embargo, esto se hace de manera local y es muy poco usual debido principalmente a las normas de regulación. Cuando se ha llegado a vender se hace para el aprovechamiento de su madera en la construcción de algún mueble. En el pasado, también se llegó a comercializar (57%), igualmente de modo moderado, pero principalmente como leña (58%).

El manejo de esta planta se da sin el reconocimiento de variantes, aun cuando se distinguen, lo cual no influye en la selección de los individuos manejados. La tolerancia selectiva de algunos de los individuos en las parcelas es la forma más común de manejo de *Juniperus deppeana* en esta comunidad. Así, se decide dejar en pie a los individuos que no estorben en la labor de la tierra principalmente, pero también a aquellos que son más vigorosos y/o derechos. Lo anterior se ha visto en árboles comestibles como *Leucena esculenta* subsp. *esculenta* (Casas y Caballero, 1996), el cual es una especie principalmente tolerada, aunque también presenta múltiples formas de manejo. Sólo algunos de los individuos de sabino son dejados en pie cuando se abre un terreno para la agricultura o el pastoreo. La tolerancia de estos individuos es selectiva y depende de qué tan vigorosos sean, por lo que algunos serán dejados en el terreno, mientras que otros serán eliminados.

Otro ejemplo es el tempesquistle (*Sideroxylon palmeri*), que también cuenta con muchas estrategias de manejo, entre ellas la tolerancia cuando abren terrenos al cultivo, lo cuales son seleccionados por la calidad de sus frutos, ya que éstos deben ser de mayor tamaño y producir poca cantidad de látex (González-Soberanis y Casas, 2004). El capulín (*Prunus serotonina* var. *capuli*) es otra especie de plantas perennes de Mesoamérica bajo tolerancia, y otras

formas de manejo muy representativa del estado de Tlaxcala (Avedaño-Gómez *et al.*, 2015). El mezquite (*Prosopis laevigata*) también presenta estrategias de manejo similares en zonas áridas, bosques secos y valles, en donde se suelen dejar individuos de esta especie deliberadamente, en algunos casos es tolerado por su sombra pero además porque “llama al agua”, proporciona leña y forraje (Colunga, 1984; Rojas-Rabiela, 1991; Moreno-Calles *et al.*, 2013). Al igual que los ejemplos anteriores, las poblaciones de *Juniperus deppeana* que son toleradas presentan múltiples formas de manejo que van desde las más incipientes hasta el cultivo de individuos fuera de sus poblaciones naturales. Así, presentar más de una estrategia de manejo parece ser un patrón común en muchas especies de plantas en Mesoamérica (Blancas *et al.*, 2010).

A pesar de lo anterior, ya que el sabino no es una especie comestible, su función fundamental en el paisaje agrícola, y las razones de la tolerancia de esta especie parecen estar más encaminadas al papel que juega en el agroecosistema. Por ejemplo, promueve la estabilidad de la tierra en los sistemas de bordeo y proporciona sombra a las personas y/o animales en las jornadas del campo (Tabla 6) (González-Jácome, 2003; Callo, 2013; Moreno-Calles *et al.*, 2013).

Asimismo, el manejo de *Juniperus deppeana* en El Rosario, Tlaxcala, parece ser parte de lo que Toledo *et al.*, (2003) refieren como el uso múltiple de los recursos naturales y de ecosistemas, lo que además conlleva estrategias múltiples y diversidad de formas de manejo de los recursos vegetales (Blancas *et al.*, 2010). Estas estrategias de manejo involucran procesos naturales y ecosistemas artificiales, como son los sistemas agroforestales, entre ellos el *metepantle*, donde está establecido el sabino, el cual es parte de una matriz compleja a nivel de paisaje donde el papel general del sabino es estructural en cuanto al mantenimiento de los bordos y en la dinámica de otros procesos ecológicos, por ejemplo, el reciclaje de

nutrientes (Altieri y Trujillo, 1987; González-Jácome, 2016). La documentación de las prácticas de manejo que conservan la agrobiodiversidad nativa es relevante para el mantenimiento de la diversidad biológica y cultural a través de la experiencia acumulada del manejo por parte de los humanos, resultado de la interacción con sus recursos locales (Casas y Parra, 2007; Blancas *et al.*, 2010, Parra *et al.*, 2012).

Factores que explican la dinámica en el uso y manejo de *Juniperus deppeana*

En el Análisis de Componentes Principales (ACP), los dos primeros componentes nos explican 34.6% del modelo que pretende analizar las afinidades y diferencias en la forma de uso y manejo de esta especie. El primer componente (CP1), que explica el 18%, separa a los informantes que trabajan la tierra, años que llevan haciéndolo, así como por el género (si son hombres o mujeres) y el tipo de posesión de la tierra ejidal. Esto porque en la comunidad de estudio existen dos tipos de ejidatarios: aquellos con una condición localmente conocida como “posesión de tierra”, lo cual quiere decir que cuentan con un área asignada para labrar la tierra pero no reciben beneficios económicos por el manejo del monte; y los ejidatarios denominados de “uso común”, quienes además de tener áreas asignadas para la siembra reciben anualmente una comisión por el manejo de los recursos del monte. El segundo componente (CP2), que explica el 16.5% del modelo, separa a los ejidatarios principalmente por el número de beneficios que perciben en el sabino, el número de labores realizadas, así como por los usos ecosistémicos y de provisión que se reportan (Tabla 7).

Tabla 7. Peso de las variables en los dos primeros componentes principales.¹

Variable	CP1	CP2
Edad	0.5955	0.1211
Género	-0.6898	-0.3174
Escolaridad	-0.6791	0.3927
Migración	0.0895	-0.0661
Destino de migración	0.2961	-0.1336
Padres campesinos	-0.2432	0.0785
Trabajan la tierra	0.8627	0.1502
Años de trabajar la tierra	0.8687	0.3039
Posesión de la tierra ejidal	-0.7538	0.1425
Usos utilitarios	0.1688	-0.7122
Usos ecosistémicos	-0.0058	-0.7792
Partes usadas	-0.0296	0.5198
Frecuencia en uso	0.0823	-0.6320
Reconocimiento de varientes	-0.2085	-0.4123
No. de variantes	-0.2565	-0.3562
Percepción de abundancia	-0.3093	-0.4313
Reconocimiento de fenología	0.3068	0.1758
Plagas	0.4470	0.0838
No. de estrategias para combatir plagas	0.2418	-0.5181
Identificación de plagas	0.2081	-0.2686
Formas de manejo	0.0232	-0.1323
No. de labores	0.2987	-0.7635
Maquinaria empleada	0.5264	-0.2139
No, de beneficios	-0.1461	-0.8424
No. de desventajas	0.3644	0.3606
No. de interacciones ecológicas-flora	0.2243	-0.3954
No. de interacciones ecológicas- fauna	0.4681	-0.2207
Insumos empleados	0.5057	0.0562
Tipos de cultivo	0.2132	-0.1456

¹ Las variables sombreadas son aquellas que resultaron ser más relevantes en cada uno de los componentes principales

De acuerdo con la Figura 11—en la representación gráfica del modelo—, los colaboradores se encuentran separados en dos grupos por el Componente Principal 1 (CP1), los cuales son: hacia la izquierda y encerrados en un círculo color verde, mujeres que no trabajar la tierra u hombres que lo han hecho por poco tiempo. En su mayoría este grupo está conformado por mujeres y están todos en una condición localmente conocida como “posesión de tierra”.

Hacia la derecha del CP1 y encerrados en un círculo color rojo, se encuentran los ejidatarios que sí trabajan la tierra, tienen más años de experiencia, todos son varones y con la condición de tierra ejidal de “uso común”.

Por otra parte, en el Componente Principal 2 (CP2), de la misma forma que el CP1, separa a los informantes en dos grupos. El grupo que se encuentra encerrado por un círculo color morado en la parte inferior de la Figura 11 son aquellos informantes que mencionaron mayor número de beneficios de tener dentro de los sistemas de bordeo a esta especie, los que practican y/o reconocen mayor número de labores en torno a *Juniperus deppeana*, así como también los que reconocen mayor número de usos, tanto ecosistémicos como utilitarios del sabino. En contraste, en la parte superior y encerrado en un círculo color amarillo, se encuentran los ejidatarios que reconocen menor número de beneficios, así como pocas prácticas y labores de mantenimiento.

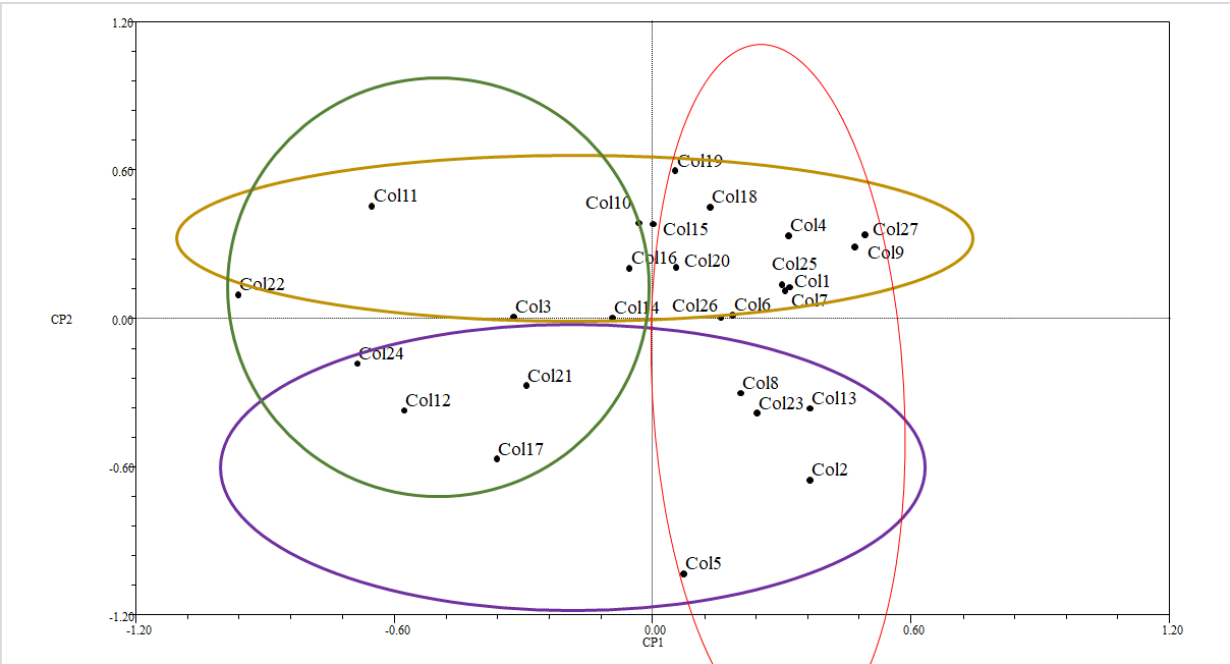


Figura 11. Grupos formados en el Análisis de Componentes Principales (ACP).

Al analizar los grupos formados por variables que determinan mayormente el CP1 se distingue una división evidente entre un grupo y otro, ya que deja por un lado mayormente mujeres y del otro varones. Así, en esta comunidad la mayoría de los informantes pertenecen al sexo masculino y estos en su mayoría aún trabajan la tierra y lo han hecho gran parte de su vida vs las mujeres que no lo hacen y, al no trabajar la tierra, los años de experiencia para ellas en muchos casos es ninguno.

En cuanto al tipo de ejidatarios nos coloca del lado izquierdo del CP1 a dos varones, quienes están dentro del círculo verde por el hecho de estar dentro del padrón ejidatarios como “posesión de tierra” y tener muy poca experiencia trabajando la tierra, dos variables, que al menos en estos grupos, comparten todas la mujeres.

Asimismo, la distribución espacial de los informantes en el ACP puede leerse, en el caso del CP2, como un gradiente dado por variables relacionadas con la percepción y el manejo del sabino. Este gradiente va desde la parte superior donde se encuentran los colaboradores que distinguen menos beneficios, tanto utilitarios como ecosistémicos, de tener dentro del sistema agroforestal a individuos de *Juniperus deppeana*. Además, llevan a cabo estrategias y prácticas de manejo comunes, es decir, recolectan, toleran y podan al sabino pero no llevan prácticas más allá de éstas, la mayoría de estos informantes se encuentran entre la intersección de los círculos rojo y amarillo. Conforme este gradiente se dirige a la parte inferior la percepción de los beneficios son mayores y también las prácticas relacionadas al manejo, siendo éstas más elaboradas, ya que, además de las anteriores, existe también la eliminación selectiva de ciertos individuos de esta especie, la promoción indirecta por la quema en los espacios donde se toleran a estos individuos, y/o hasta en menor medida el transplante *in situ*. Asimismo, ya en el extremo de la parte inferior del APC, en la intersección entre el círculo morado y rojo, encontramos aquellas personas que mencionan más beneficios de tener a los

sabinos dentro de los sistemas y además tienen prácticas mucho más elaboradas, tanto *in situ* como *ex situ*. En el manejo del sabino, esto puede traducirse en que aquellos ejidatarios que como labor de protección no sólo podan a los sabinos, sino que les han construido cercas, les remueven plagas o bien los cuidan del fuego, también los han trasplantado a lugares donde puedan seguir su ciclo de vida sin ser molestados, y son ellos quienes llevan prácticas *ex situ* de siembra.

Sin embargo, en un análisis general de los colaboradores se muestra una población muy homogénea, por ejemplo, todos los ejidatarios se dedican principalmente a actividades primarias, es decir son campesinos, a excepción de las mujeres que desempeñan el trabajo doméstico y a pesar de que en el padrón ejidal están inscritas como propietarias, ellas afirman que los que trabajan las tierras son integrantes varones de la familia, ya sea sus esposos, hijos, padres y hermanos, pero ellas ayudan a realizar algunas de las labores. En cuanto a la edad de los informantes, ésta no varía demasiado entre todos los ejidatarios (66 años \pm 11 años), asimismo, parece importante destacar que no son los más experimentados aquellos que llevan prácticas de labor más complejas. La mayoría de los entrevistados no recibieron instrucción formal escolarizada o ésta fue por pocos años. De esta forma, pareciera que estas variables —(actividad, edad y escolaridad), las cuales han sido reconocidas muy relevantes en otros estudios que analizan la pérdida de conocimientos sobre uso y manejo de plantas por parte de comunidades tradicionales (Berkes *et al.*, 1995; Martínez-Ballesté *et al.*, 2006; Saynes *et al.*, 2013)— parecen que no explican los cambios en la dinámica de uso y manejo del sabino en la comunidad de El Rosario.

Lo anterior puede deberse a que la muestra seleccionada sólo incluyó a ejidatarios que en general son personas mayores, por lo que la mayoría de adultos jóvenes quedaron fuera al no estar dentro del padrón ejidal o ser muy pocos. Así, la mayoría de este sector (jóvenes adultos)

de la población va a trabajar por temporadas fuera de la comunidad, o bien ha migrado permanentemente a otros estados dentro de la República mexicana o fuera de ella. Lo anterior se refleja en una población muy homogénea, al menos de los campesinos que aún trabajan la tierra y quienes llevan a cabo las prácticas de manejo. Por lo tanto, la población de entrevistados estuvo conformada principalmente por adultos que se quedaron en la comunidad y la mayor parte de su vida han trabajado la tierra, y aun cuando más de la mitad de personas en estos grupos ha migrado, esto fue por temporadas cortas. Asimismo, los informantes de los grupos han sido testigos de los cambios tecnológicos en los últimos años y los han ido adoptando y adaptando a sus propias necesidades.

Es importante mencionar que las prácticas de manejo que pueden estar aportando más al incremento de las poblaciones de sabino son labores más detalladas de protección, promoción, tolerancia, siembra *ex situ*, entre otras. Por ejemplo, el trasplante de los individuos dentro de las parcelas; protección contra el fuego, plagas u otros animales; trasplante de individuos fuera de las poblaciones naturales, dichas labores las realizan mayormente quienes se ubican en la parte inferior de la Figura 11, los cuales a pesar de no distinguir diferencias claras en cuanto variable socioeconómicas, como en estudios similares -por la edad, la actividad, la escolaridad e incluso la experiencia-, estas personas detallan más dichas prácticas lo que podría sugerir que las razones por las que se llevan a cabo estrategias de manejo más elaboradas tengan que ver con variables que no podemos medir, es decir, se pueden tratar de personas más curiosas, observadoras o experimentadas como se ha observado en trabajos previos (Torres, 2004; Avedaño *et al.*, 2006; Blancas *et al.*, 2009, 2010). Por ejemplo, un informante de esta sección aseguró que él junto con su hijo plantaron un árbol de sabino por curiosidad, otro de los informantes plantó un sabino por juego: “...*fue un juego entre amigos para ver a quién sí le pegaba la planta.... la mía aquí sigue...*”.

Por otro lado, la dinámica de manejo de esta especie en la zona de estudio pareciera estar mayormente condicionada por los cambios en la tecnología agrícola, así como en las especies que se cultivan en sus tierras. A finales del siglo XIX y hasta la primera mitad del siglo XX, la zona era productora de pulque; de manera que el mantenimiento de todos los elementos del *metepantle* era una condición obligada para el mantenimiento de los medios de vida de la comunidad (Menegus y Leal, 1981; González-Jácome, 2016). Esto por supuesto incluía al sabino, ya que era la fuente de combustible y de material para la construcción de casas en la zona. Después de la caída en el consumo del pulque en las grandes ciudades, la producción sólo se mantuvo con propósitos de venta local o como autoconsumo (Menegus y Leal, 1981; Anchondo *et al.*, 2016). Además, con la revolución verde, a partir de los años sesenta del siglo XX, en la región se introdujo tecnología dependiente de combustibles fósiles para las labores agrícolas (Pengue, 2005; Vandermeer *et al.*, 2007; Damián-Huato *et al.*, 2010). En este caso, la introducción de los tractores supuso una ventaja competitiva para realizar las labores agrícolas sin grandes cantidades de mano de obra y en menos tiempo. Sin embargo, a nivel de paisaje supuso una transformación radical en la planeación del espacio, ya que los árboles de sabino, que antes eran tolerados y promovidos dentro y en los márgenes de las parcelas agrícolas, ahora representaban un obstáculo para el uso de maquinaria.

La mecanización de las labores agrícolas en la región vino aparejada con la introducción del cultivo de cebada, especialmente para abastecer de materia prima a la industria cervecera, y en menor medida para su venta como forraje en una zona que destaca por la cría de ganado bovino para la elaboración de diversos productos lácteos (INEGI, 1994; SAGARPA, 2012). Cambios en los patrones de manejo de árboles a lo largo del tiempo han sido poco documentados, pero quizás el ejemplo del palo fierro (*Olneya tesota*) ilustra afinidades con el sabino, ya que se han reducido sus poblaciones, no sólo debido al aprovechamiento que se

hace de su madera para elaborar artesanías, sino por la introducción de pastos exóticos en el desierto de Sonora. Éstos se destinan como forraje para alimentar a una población de cientos miles de cabezas de ganado bovino, la cual se exporta preferentemente a los Estados Unidos (SAGARPA, 2018). Esta situación ha originado un bajo reclutamiento, pobres tasas de crecimiento, así como un aumento en la mortalidad de plántulas (Suzán *et al.*, 1997).

Elementos y función del sistema agroforestal

La diversidad de granos que cultivan los ejidatarios es para autoconsumo, aunque en menor medida también pueden ser para el comercio (Figura 12). Sin embargo, la mayoría de los granos que son de autoconsumo (avena, trigo y cebada) los utilizan para el forraje de los animales. Del maíz y el haba existe además una venta local, y sólo la cebada es comercializada a nivel industrial para las cerveceras establecidas en la región (Matías, en proceso).

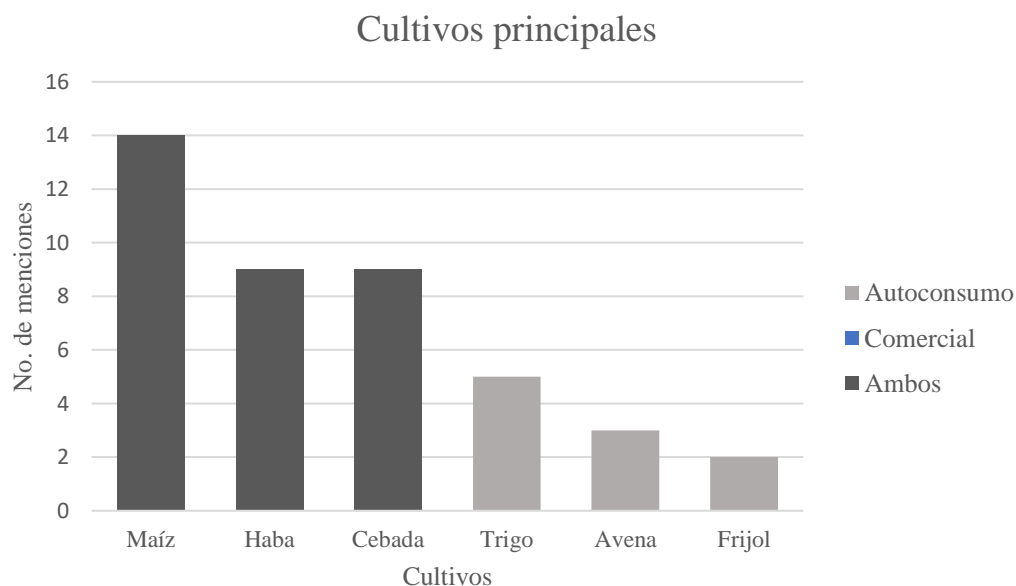


Figura 12. Los cultivos que los ejidatarios mencionaron sembrar dentro de sus parcelas.

Para la siembra de los cultivos es común el uso exclusivo de agroquímicos (50%), sin embargo, los ejidatarios que crían animales, además de los insumos industriales, utilizan el excremento del ganado como abono orgánico (33.33%), y sólo una porción menor de ejidatarios prefiere utilizar únicamente abono orgánico (16.66%) para tratar la tierra (Figura 13a). Por otra parte, el uso de maquinaria pesada como el tractor, en la mayoría de los casos y cuando el terreno lo permite, es imprescindible (87.5%); de este porcentaje de personas que usan tractor, cerca de 46% también utilizan yunta, generalmente, para la siembra del maíz y 41.6% usa únicamente tractor. En contraste, sólo un porcentaje mínimo de ejidatarios usa exclusivamente yunta (12.5%), y esto se debe a que los terrenos están muy accidentados y no pueden pasar los tractores. (Figura 13b).

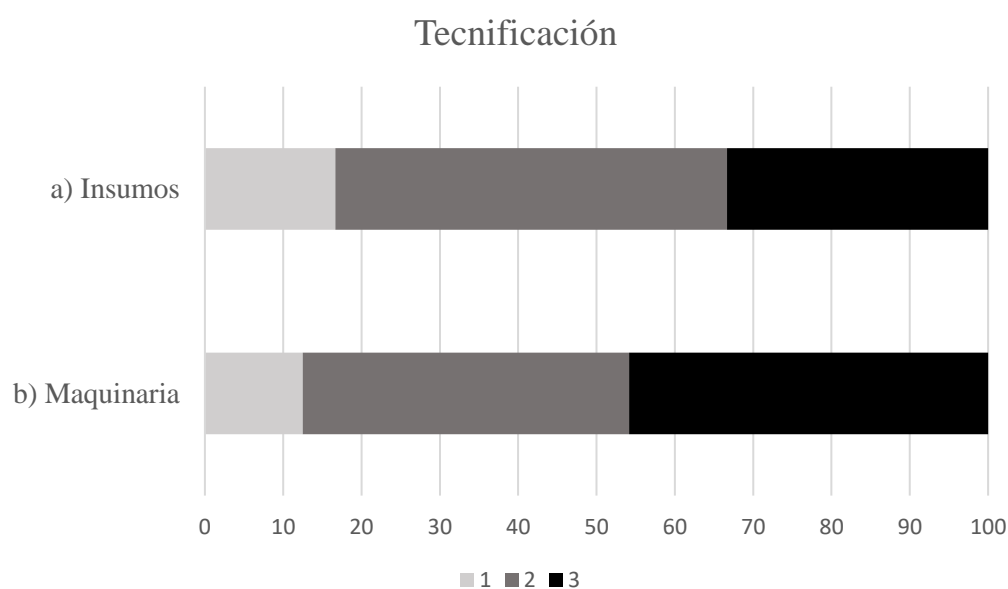


Figura 13. Tecnificación de los metepantles considerando dos variables: a) insumos y b) maquinaria. Insumos: 1=orgánicos; 2= industriales; y 3= ambos. Maquinaria: 1= yunta; 2= tractor; y 3= ambos.

La principal actividad de El Rosario es la agricultura y la ganadería (INAFED, 2010), lo que se ve reflejado en la cantidad de cultivos dedicados al forraje para los animales. Cultivos como el maíz, el cual es de consumo humano y a veces llega a tener un mercado local, requiere de tecnología menos agresiva como la yunta. En cambio, la cebada que llega a comercializarse para la industria cervecera —muy representada en el estado y apoyada por la implementación de programas como MasAgro (SAGARPA, 2012)— abarca en esta comunidad una considerable cantidad de superficie (Matías, en proceso). Este cereal y otros como la avena y el trigo, que son cultivados para forraje, se adaptan más fácilmente a la implementación de los nuevos paquetes tecnológicos como los agroquímicos y el tractor, que modifican indirecta o directamente la estructura de los agroecosistemas (Villaseñor y Hutto, 1995; Altieri, 1999; Zuria y Gates, 2006).

Asimismo, la disposición de *Juniperus deppeana* dentro de los *metepantles* es —desde que los informantes pueden recordar— rodeando las tierras de cultivo principalmente (65%). No obstante, reconocen una disminución y modificación de los individuos en las parcelas y en las islas de vegetación dentro de los *metepantles* (56%). Por ejemplo, actualmente los ejidatarios afirman que el sabino sólo se encuentra rodeando las parcelas (84%). Así, los informantes atribuyen dicho acomodo espacial y reducción de las poblaciones de *Juniperus deppeana* al cambio tecnológico de yunta a tractor (82%), pues con la yunta no hay necesidad de derribar los árboles, puesto que es más fácil manipularla cuando se encuentran islas de vegetación o grandes árboles (82%), de modo que se puede labrar la tierra sin dejar grandes pedazos sin trabajar, lo que no sucede con el tractor. Aunado a esto, se reconoce una disminución de las poblaciones de *Juniperus deppeana* (65%) a nivel de paisaje, esto a su vez lo relacionan principalmente con la apertura de terrenos para la agricultura y en general por la labor de la tierra (59%). Sin embargo, en lugares donde el sabino no obstaculiza las

labores agrícolas (por ejemplo, las barrancas), las poblaciones de sabino poseen mayor abundancia de individuos, ya que es difícil que sean removidos, puesto que son áreas comunes con manejo ocasional, por ejemplo, la quema de estos espacios.

A pesar de lo anterior, dentro de los *metepantles* los informantes reconocen en promedio mayor número de beneficios (1.96 ± 1.28 menciones) que desventajas (1.42 ± 0.75 menciones) de mantener a los sabinos dentro del sistema de bordeo (Figura 14), a pesar de que dicho recurso es cada vez menos constante en las parcelas según los ejidatarios.

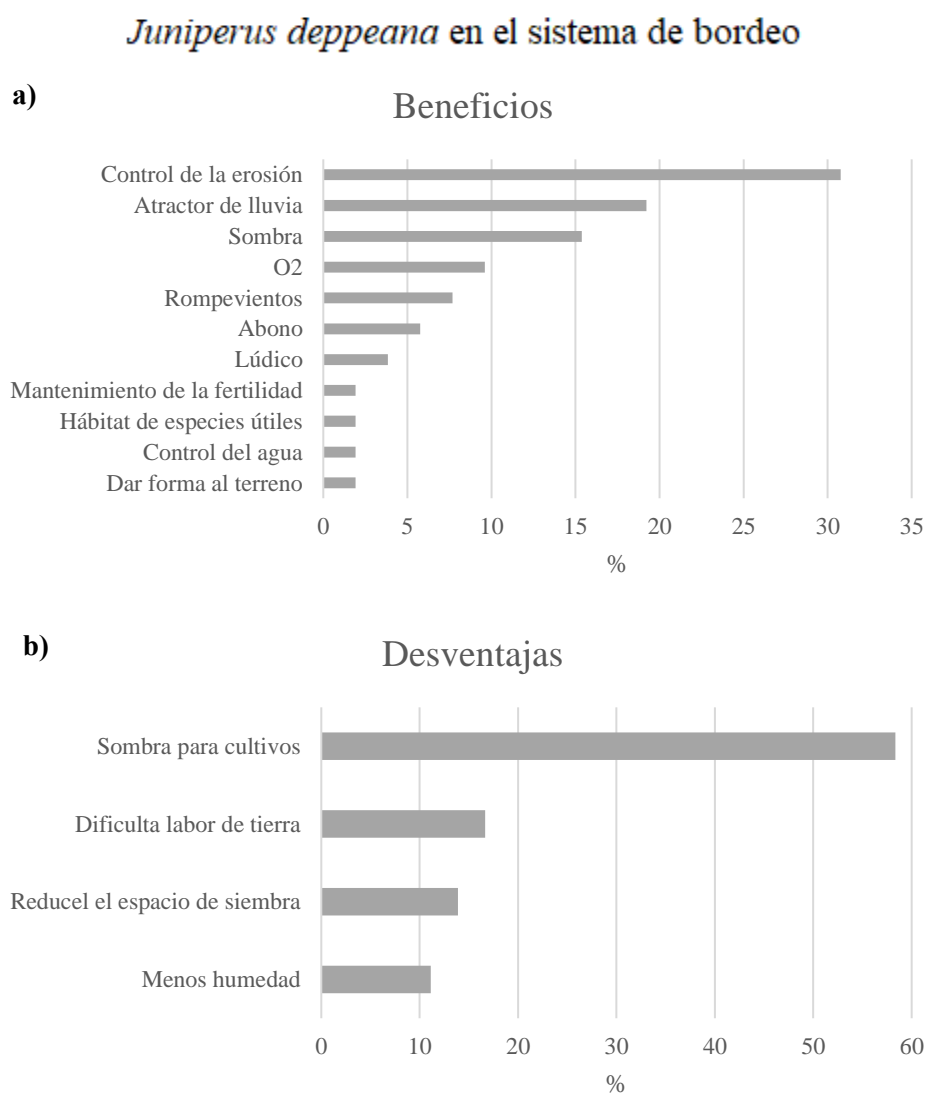


Figura 14. Beneficios y desventajas de tener a *J. deppeana* dentro de los sistemas agroforestales.

Los beneficios que los campesinos perciben de tener a los sabinos dentro de los *metepantles* son principalmente por las funciones que desempeñan en los bordos a nivel de paisaje. Entre ellos: el control de la erosión (31%), atractor de lluvias (19%), sombra durante los jornales para descansar o comer bajo su dosel (15%), entre otros. En contraste, las desventajas parecen estar mayormente relacionadas con la producción de los cereales de interés y las tendencias modernas de producción que trae consigo la modificación constante de los terrenos para una mayor productividad.

Con la creciente tecnificación y empleo de paquetes tecnológicos más agresivos para el medio ambiente —resultado de la “Revolución verde”—, se ha puesto en riesgo la agrobiodiversidad, acelerando la pérdida de biodiversidad y los procesos culturales (Pengue, 2005; Vandermeer *et al.*, 2007; Damián-Huato *et al.*, 2010). La modificación estructural de los *metepantles* no es la excepción, pues conlleva una pérdida en general de toda la vegetación establecida en los bordos. Dicha alteración del espacio —ya sea para el tránsito del tractor o bien para tener mayor área cultivada con cereales de interés— modifica las dinámicas establecidas en las franjas de vegetación en cuanto a la diversidad biológica (polinizadores, dispersores, control de plagas y condiciones microclimáticas), y cultural (plantas de interés con usos medicinales, comestibles, de provisión, construcción, uso ritual y demás materiales) (Altieri y Trujillo, 1987; Farell y Altieri, 1999; Zuria y Gates, 2006; Moreno-Calles *et al.*, 2013; González-Jácome 2014; Vallejo *et al.*, 2015).

Además de lo anterior, se modifica la estructura a nivel de paisaje, ya que este sistema funciona para la retención y control del suelo y agua, así como para la retención de bordos como barreras rompevientos, proporciona materia orgánica a las zanjas o tierras de cultivo y funciona como corredor de muchas especies de animales y plantas (González-Jácome, 2014; Anchondo *et al.*, 2016).

La modificación en terrazas es característica del paisaje agrícola en esta región. Así, estos son importantes agrohábittats de muchas especies; en ellos se reconocen múltiples interacciones bióticas que, para fines de este trabajo, sólo consideraron las relaciones con el sabino, sin embargo, estos listados (Tabla 9 y 10) son aproximaciones a las interacciones en cada uno de los *metepantles* y en general del paisaje.

Los ejidatarios reconocen bajo 18 nombres comunes, enunciados en la Tabla 9, interacciones simbióticas, nodricismo y parasitarias, entre el sabino y otras plantas. Todas las plantas mencionadas por los ejidatarios cuentan con algún uso (Tabla 9), lo cual puede influir en el hecho de que recuerden dicha interacción con el sabino y en general las reconozcan dentro del sistema de bordeo.

Tabla 8. Interacciones bióticas: flora.

Plantas	Especie	Menciones	En las copas del Sabino	Sobre el tronco	Bajo las copas del Sabino	Acompañante
Injerto/Retoño	<i>Phoradendron minutifolium</i>	14	X	X		
Pasle/Henno	<i>Tillandsia usneoides</i>	12	X			
Magueycito	<i>Tillandsia macdougalli</i>	9	X			
Jarilla	<i>Senecio salignus</i>	5			X	
Zacatón		5			X	
Cola del diablo		4		X		
Calabacilla		3		X		
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i>	3				X
Escoba de popote	<i>Baccharis</i> sp.	3			X	
Cacahuatillo		1		X		
Esparto		1		X		
Riñonina	<i>Galium aschenbornii</i>	1		X		
Alcanfor		1			X	
Cenizilla	<i>Helianthemum glomeratum</i>	1			X	
Escoba ancha	<i>Baccharis conferta</i>					
Huihuilan	<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	1			X	
Hierba de la virgen	<i>Loeselia mexicana</i>	1			X	
Marrubio	<i>Marrubium vulgare</i>	1			X	

Dentro de las interacciones con la fauna, los informantes reconocen 22 animales identificados por nombre común. La mayoría de las interacciones que reconocen son de alimento para los animales, ya que éstos consumen sus conos y podrían estar fungiendo como dispersores de las semillas. Los principales animales que mencionan son ardillas, chivos, aves silvestres, perros y borregos (Tabla 10).

Tabla 9. Interacciones bióticas: fauna.

Animal	Menciones	Interacciones		
		Alimento	Refugio/Anidan	Perchan
Ardillas	19	X ^G	X	
Chivos	16	X ^G		
Aves silvestres	12	X ^G	X	X
Perros	12	X ^G		
Borregos	10	X ^G		
Cabras	6	X ^T		
Gorrión	4	X ^G	X	X
Tótorla	4		X	X
Cerdo	3	X ^G		
Coyote	3	X ^G		
Codorniz	2			X
Gavilán	2		X	
Gato montes	2		X	
Tlacuache	2	X ^G		
Vacas	2	X ^G		
Zorras	2	X ^G	X	
Abejas	1		X	
Armadillo	1	X ^G	X	
Azulejos	1			X
Cacomixtle	1	X ^G		
Hormigas	1	X ^H		
Pájaro carpintero	1		X	

Alimento: X^G: se alimentan de los conos de *J. deppeana*; X^H se alimentan de las hojas; X^T: se alimentan de todo el individuo.

Asimismo, el sistema de bordeo, donde el sabino y otras plantas se manejan, es parte de una matriz compleja dentro de un agroecosistema, la cual permite que especies de otros ecosistemas se establezcan temporal o permanentemente, permitiendo que los parches de poblaciones persistan a nivel de paisaje por el constante intercambio y las interacciones bióticas. Si contemplamos al sistema de bordeo a nivel de paisaje, éste interactúa a su vez con sistemas más complejos de vegetación como son las zanjas, las barrancas, los relictos de sabinales y el monte. Dado lo anterior, dicha matriz puede ser, en sí misma, un reservorio

importante de biodiversidad y caminos migratorios de biodiversidad (Vandermeer *et al.*, 2007; Perfecto y Vandermeer, 2009; Anchondo *et al.*, 2016).

Diversidad asociada en el *metepantle* en un gradiente de conservación

En promedio se registraron 9.3 especies (± 4.6 especies) de árboles y arbustos en los sistemas de borde de seis parcelas muestreadas. En las que se registraron mayor número de especies leñosas (18), en contraste, en las que la riqueza fue menor (6). En las parcelas que se encuentran en las orillas del monte (ladera) se registraron en promedio el mayor número de especies de árboles y arbustos (11.6 ± 6) por parcela, mientras que las parcelas muestreadas en llanura se registraron 7 ± 1 especies.

Las parcelas ubicadas en laderas fueron en promedio más grandes que las que se encuentran en llanuras. A pesar de ello, cuando se realizó el reajuste del área muestreada en las parcelas de ladera -con el fin de que ambas condiciones tuvieran tamaños similares y poder compararlas (Tabla 3)- éstas contaron con casi un tercio más de individuos (árboles y arbustos) que las parcelas ubicadas en llanura, además de tener un poco menos del doble de especies totales (Tabla 12).

Lo anterior puede deberse a que las parcelas contiguas al monte pueden estar mayormente influidas por las condiciones microclimáticas, los efectos sobre el suelo y las relaciones hídricas que los ecosistemas forestales establecen, generando condiciones más adecuadas para que la vegetación se establezca y sea más resiliente el sistema en general (Dembner, 1996; Sánchez y Palm, 1996; Wilm, 1957; González, 2014). Además, al ser un banco de semillas muy próximo a las parcelas de ladera, puede ser más continuo y probable el flujo de individuos, generando mayor riqueza en dichas parcelas (Gliessman, 2002; Vallejo *et al.*, 2015).

Aunado a esto, factores antropogénicos como el manejo de estas áreas también pueden jugar un papel muy importante (Vallejo *et al.*, 2015; Hoogesteger *et al.*, 2016). La geografía de los terrenos en las parcelas de ladera en general es más accidentada; entonces, los campesinos indican que el acceso de la maquinaria empleada para labrar la tierra, como los tractores, es limitado: “...hasta acá no puede pasar la máquina, sólo se usa yunta...”, por lo cual es menos probable que quiten la vegetación leñosa, principalmente árboles: “...como no entran las máquinas, no le estorba y con la yunta se pueden rodear los árboles.”, “...pues ¿con qué los quitamos? si no entra la máquina”. Sin embargo, sólo en una de las parcelas muestreadas próximas al monte no se ocupa tractor, esta parcela fue la que tuvo mayor número, tanto de individuos como de especies, lo cual influye fuertemente y determina las diferencias en cuanto al número de especies en las parcelas en ladera.

Composición florística

Se registró un total de 23 especies de árboles y arbustos en las seis parcelas muestreadas. Estas especies se agrupan en ocho familias y 14 géneros. Las familias más importantes fueron: Asteraceae y Cactaceae, ambas con siete especies distintas (Tabla 11). Cerca de la mitad de las especies que se registraron dentro del sistema de bordeo tienen su origen en México y el resto, excepto dos, tienen origen en alguna otra parte del continente americano. Debido a que la identificación de algunas plantas se limita a nivel de género, no se puede especificar si son nativas o introducidas, pero se estima que con una identificación más detallada esta relación puede cambiar a un mayor número de especies nativas.

Tabla 10. Especies presentes en los metepantles muestreados en ladera y llano.

Familia	Especie	Nombre común	Usos locales ¹	Origen	(%)	
					L	Ll
Agavaceae	<i>Agave salmiana</i>	Maguey	Multiuso	México	66.5	53.7
Asteraceae	<i>Ageratina pichinchensis</i>	Yolochichitl	Medicinal	México y Centroamérica	2.3	
	<i>Baccharis conferta</i>	Escoba ancha	Material, medicinal, veterinario	México	0.8	2.7
	<i>Baccharis</i> sp.	Escoba de popote	Medicinal	América	3.1	16.0
	<i>Ageratina mairretiana</i>	Yolochichitl	Medicinal	América	1.6	2.7
	<i>Brickellia secundiflora</i>	Yolochichitl	Medicinal	México		0.7
	<i>Senecio salignus</i>	Jarilla	Medicinal	México, E.U., Salvador y Honduras	3.1	6.7
	<i>Isocoma veneta</i>	Bacín de perro	Medicinal	México y E.U.	1.6	
Cactaceae	<i>Austrocylindropuntia</i> sp.	Nopalillo	Fermentación	Sudamérica	0.5	
	<i>Opuntia</i> sp1.	Nopal	Comestible	América	0.8	
	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Tuna blanca	Comestible	México	1.1	2.7
	<i>Opuntia huajuapensis</i>	Nopal chino	Comestible	México	1.5	
	<i>Opuntia</i> sp2.	Nopal	Comestible	América	1.3	
	<i>Opuntia spinulifera</i>	Nopal ardilla	Comestible	México	1.3	
	<i>Opuntia</i> sp3.	Nopal	Comestible	América	1.1	
Caprifoliaceae	<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	Huihuilan	Medicinal	México	2.9	
Cupressaceae	<i>Cupressus</i> sp.	Cedro			0.5	
	<i>Juniperus deppeana</i>	Sabino	Combustible, maderable, medicinal	Norteamérica, México, Guatemala	2.9	3.4
Rosaceae	<i>Prunus persica</i>	Durazno	Comestible	China	0.2	
	<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulii</i>	Capulín	Comestible	América	3.1	
Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	Medicinal, veterinario	Mesoamérica	2.3	10.1
Loganiaceae	<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	Medicinal	México y Guatemala	1.3	1.3
	<i>Buddleja</i> sp.				0.2	

Notas: (L) ladera, (Ll) llanura. ¹Datos extraídos de la investigación de Montes, 2019.

El *metepantle*, a pesar de compartir similitudes con otros sistemas agroforestales en México, se clasifica como un sistema agroforestal muy intensivo, donde no hay descanso de tierra y se ocupa el auxilio de los animales, así como el de las máquinas para la labor de la tierra. Éste se desarrolla en climas templados y lo manejan poblaciones mestizas (Moreno-Calles *et al.*, 2013).

A nivel de paisaje, el manejo de plantas para algunos sistemas agroforestales tropicales puede llegar a tener más de 400 especies en sistemas de baja intensidad (Moreno-Calles *et al.*, 2013). Por ejemplo, en el *Te'om* huasteco, en el cual reportan más de 800 plantas útiles de diversos tipos, y de éstas 150 son árboles y arbustos (Alcorn, 1981; 1984). En estudios más recientes, para este mismo sistema, se encontraron 234 especies, de las cuales se registraron 40 especies forestales diferentes (Ávalos y Medellín, 2013). Otro sistema tropical de baja intensidad con una gran cantidad de especies útiles son los “cafetales bajo sombra” de la Sierra Norte de Puebla, donde se tiene registro de 319 especies útiles (Martínez-Alfaro *et al.*, 2007).

En contraste, en sistemas agroforestales en zonas áridas y/o semiáridas se ha encontrado un número de especies menor, como es el caso de la *milpa-chichipera* en Puebla, donde existían 122 especies de plantas (Moreno-Calles *et al.*, 2012); en los *Tajos* de la sierra guanajuatense Hoogsteger *et al.* (2016), identificaron 72 especies vegetales perennes distintas, y en los *oasis* de Baja California reportan 57 especies perennes (Nabhan *et al.*, 2010). Igualmente, en sistemas intensivos de manejo (*chinampa* y *calal*) se encuentran aproximadamente 40 especies de plantas (Moreno-Calles *et al.*, 2013).

En el caso particular de Tlaxcala, en la localidad de Xiloxotla, González-Jácome (2003) registra nueve especies de árboles y arbustos presentes en los bordos y melgas de las parcelas.

Así, en otro estudio realizado por Magdaleno *et al.* (2005), en el sistema agroforestal de Vicente Guerrero, Tlaxcala, registran 153 especies de plantas, de las cuales cerca de 37 son árboles y arbustos en un muestreo de nueve parcelas a nivel de paisaje, en un área que comprende terrazas y bordos con cultivos y zonas de vegetación nativa.

En este estudio, a comparación de los anteriores, solo se consideraron las plantas leñosas. Las hierbas, que fueron consideradas en los sistemas agroforestales en zonas áridas y semiáridas mencionadas anteriormente, elevan considerablemente la cantidad de plantas registradas ya que según Caballero *et al.* (1998), son el hábito de crecimiento más utilizado. Además, cabe mencionar que solo se registraron los árboles y arbustos que se encontraban dentro de los *metepantles*, sin considerar aquellas zonas de vegetación nativa como en el caso de Vicente Guerrero. Sin embargo, es importante considerar que las especies leñosas encontradas (cinco árboles y 18 arbustos) en estos sistemas muy intensivos se desarrolla en condiciones tanto ambientales como climáticas complicadas. También, cabe destacar que la toma de datos, en las seis parcelas, se realizó en una única exhibición para cada parcela en el mes de octubre de 2016, cuando las lluvias son menos constantes (INEGI, 2017); así, la mayoría de las especies encontradas son perennifolias, por lo que podría haber un sesgo en la representatividad de otras especies a lo largo de las estaciones del año.

Por otro lado, en cuanto a número de plantas útiles, las especies en ambas condiciones (ladera vs. llanura) varía muy poco. En las parcelas ubicadas en ladera 90.9% de las plantas son útiles, en contraste con las especies que se encuentran en llanura, donde 100% de ellas cuentan con algún uso local registrado. Sin embargo, si tomamos en cuenta que existe un número menor de especies en las parcelas de llanura que en las próximas al monte, podemos hipotetizar que la tolerancia de los individuos puede estar dada por las condiciones ecológicas

(influencia del monte) y de manejo (ejemplo: uso de maquinaria constante) diferentes en ambas condiciones (Dembner, 1996; Sánchez y Palm, 1996; Wilm, 1957; Gliessman, 2002; Vallejo *et al.*, 2015).

En las parcelas en llanura, por ejemplo, se pueden priorizar las especies de las cuales puedan tener algún tipo de aprovechamiento inmediato, es decir, plantas útiles, las cuales: 1) están más cercanas al asentamiento urbano y el recurso puede ser más accesible y; 2) las condiciones ecológicas están menos influidas por los beneficios que proporciona el bosque, además de que el uso del tractor es frecuente. Lo anterior puede ocasionar que la permanencia, establecimiento y/o regeneración del estrato arbóreo y arbustivo sea menos probable. A pesar de lo anterior, esto también se puede explicar por falta de información de los usos de las plantas, ya que los datos presentados en la sección de usos locales en la Tabla 11 fueron generados para contestar otras preguntas, y no precisamente las especies útiles presentes en los bordos, sin embargo, nos aproxima a posibles respuestas de las diferencias en ambas condiciones.

Índice de Valor Ecológico en las parcelas muestreadas

De acuerdo con el Índice de Valor Ecológico (IVE), las especies más importantes ubicadas en los bordos son: *Agave salmiana*, *Buddleia* sp., *Juniperus deppeana*, *Crupessus* sp., *Buddleja cordata* y *Senecio salignus*. *Agave salmiana* es la especie más abundante en términos de densidad y *Buddleja* sp. la que presenta mayor predominio, seguida por *Juniperus deppeana* (Figura 15).

Índice de Valor Ecológico (IVE)

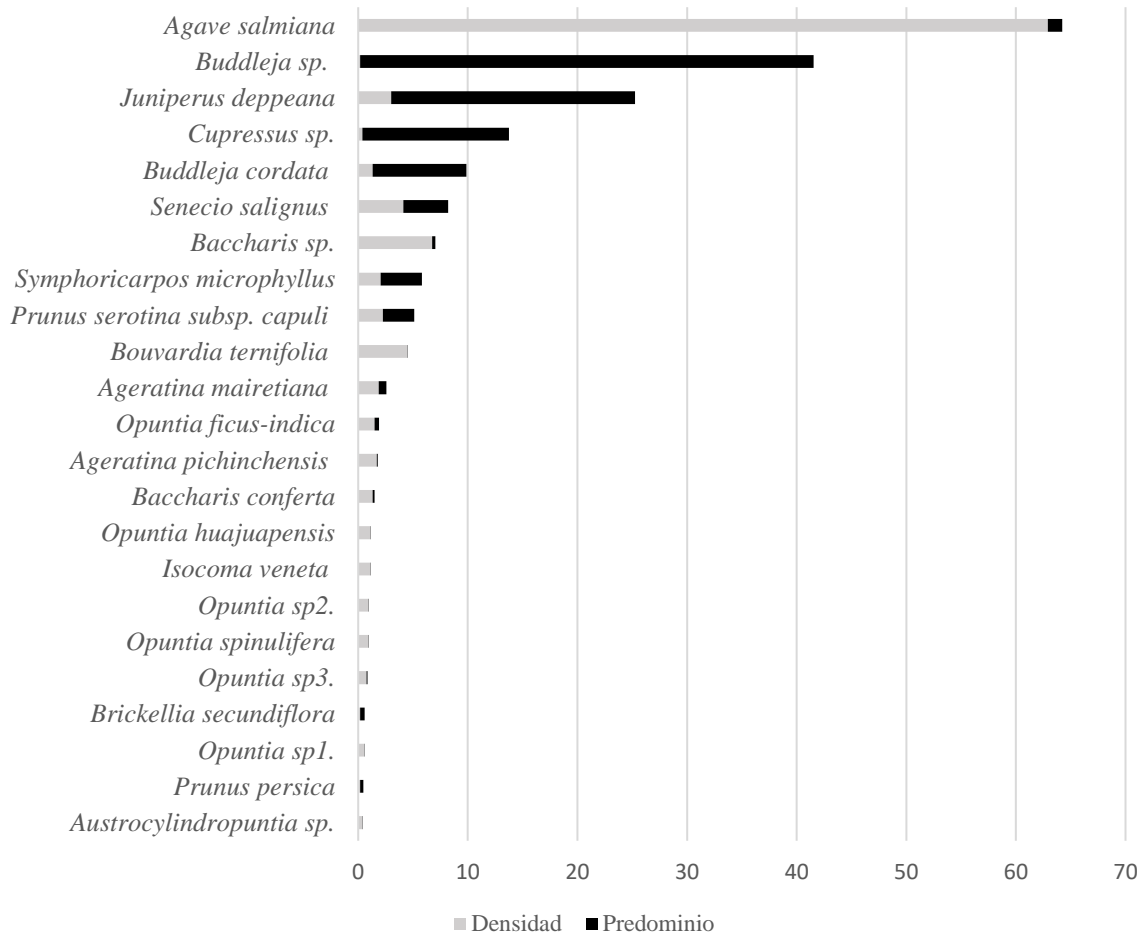


Figura 15. Índice de Valor Ecológico (IVE) para las seis parcelas muestreadas.

Los bordos tlaxcaltecas están constituidos básicamente por magueyes (*Agave salmiana*), la cual es una especie plantada por los campesinos por sus múltiples servicios, tanto ecosistémicos (particularmente para la estructura de estos sistemas), como utilitarios (Altieri y Trujillo, 1987; Mountjoy y Gliessman, 1988; Gliessman, 2002; González-Jácome, 2003; Moreno-Calles *et al.*, 2013). Esta zona se caracteriza por el aprovechamiento del maguey (*Agave salmiana*) para la extracción de pulque desde tiempos anteriores a la revolución (Menegus y Leal, 1981). Actualmente, este aprovechamiento ha ido disminuyendo y con ello

la plantación de *Agave salmiana*, lo que provoca una modificación a la estructura de los bordos del *metepantle* y en general del paisaje agrícola. Las razones por la que los campesinos ya no quieren plantar maguey se deben a problemáticas con la extracción clandestina del mixiote: “...para qué planto maguey si cuando amanece ya está todo blanqueado”, lo que coincide con lo reportado por Moreno-Calles *et al.* (2013) en la comunidad de Tlaxco. Sin embargo, en ambas condiciones (ladera vs. llanuras) de estos sistemas, es la especie más importante según el IVE, por lo que su densidad sigue determinando muchas de las dinámicas ecológicas, de manejo y estructura de los *metepantles*.

Buddleja parviflora, a pesar de que ocupa el segundo lugar de importancia en el IVE, ésta sólo se encontró en una de las parcelas ubicada en ladera. Sin embargo, ya que este arbusto abarcaba gran superficie del bordo, obtuvo un predominio muy alto colocándolo en el segundo lugar del IVE. No obstante, si consideramos las seis parcelas muestreadas, poco nos pueden hablar de su dinámica general. Lo anterior pudo ocurrir debido a un error en el muestreo, ya que no se midió la frecuencia, ocasionando un sesgo en el índice al sólo considerar densidad y cobertura.

El sabino (*J. deppeana*) es una especie silvestre que ocupa el tercer lugar de importancia según el IVE y, a pesar de presentar una baja densidad, es la segunda especie con mayor predominancia, es decir, a pesar de no haber muchos individuos en las parcelas, la mayoría de éstos tienen un tamaño considerable. Así, la cobertura de esta especie juega un importante papel en las parcelas en cuanto a estructura y función (Cottam y Curtis, 1956) del sistema de bordeo, influyendo en las condiciones ambientales y en las especies asociadas. Además, en

comparación con *Buddleja parviflora*, el sabino está presente en cinco de las seis parcelas muestreadas.

Si jerarquizamos el IVE por estrato -arbustivo y arbóreo-, en los primeros lugares del estrato medio (arbustos) están: *Agave salmiana*, *Buddleja parviflora*, y *Senecio salignus*; y en el estrato alto (árboles) en primer lugar se encuentra *Juniperus deppeana* seguido de *Crupessus* sp. y *Buddleja cordata*. Cabe resaltar que, en el caso de los árboles, es común que éstos presenten baja densidad y un alto predominio, es decir, que se encuentran pocos individuos, pero éstos tienden a ser grandes.

Entonces, el sabino, que es la especie más importante del estrato arbóreo según el IVE, lo que coincide con lo reportado por Magdaleno *et al.* (2005), también juega un papel importante en el reciclaje de nutrientes (Farrell, 1984; Altieri y Trujillo, 1987). Además, esta especie tiene importantes implicaciones culturales tanto en el estado de Tlaxcala —reportado antes por Moreno-Calles *et al.* (2013) y especificado en este estudio en secciones anteriores— como en otras entidades del país (Camou-Guerrero, 2008).

Índice de Valor Ecológico: ladera vs. llanura

En las parcelas ubicadas en laderas se registraron 22 especies, siendo *Agave salmiana*, *Buddleja parviflora*, *Juniperus deppeana* y *Crupessus* sp. las especies con más altos IVE (Figura 16a). En las parcelas de llanura sólo se registraron 10 especies, y las que tienen un alto IVE (Figura 16b) fueron: *Agave salmiana*, *Juniperus deppeana*, *Buddleja cordata* y *Baccharis* sp.

Índice de Valor Ecológico (IVE): ladera vs llanura

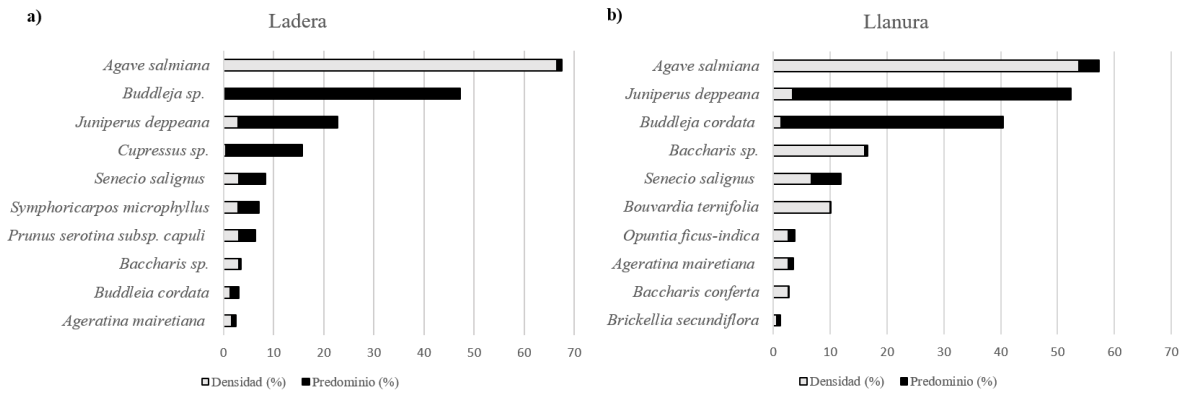


Figura 16. Índice de Valor de Importancia Ecológico (IVE): ladera (a) vs llanura (b).

J. deppeana es la tercera especie más importante, según el IVE (Figura 16), en las parcelas ubicadas en ladera, pero es la segunda más importante en las parcelas en llanura, ya que en éstas el porcentaje que alcanza el sabino (52.32%) en el IVE es muy cercano al de *Agave salmiana* (57.25%), la especie más importante de este índice. Por lo anterior, podemos decir que en ambos casos *J. deppeana* juega un papel importante en la estructura y función de los bordos. Sin embargo, en las parcelas de llanura es una de las especies que determina muchas de las dinámicas ecológicas en los bordos de las parcelas ubicadas en esta condición. De esta forma, en las parcelas de llanura 80% de los individuos de *J. deppeana* son de tallas grandes, con alturas de 5 m hasta 8.5 m, y los individuos de sabino ubicados en las parcelas en ladera en 72.7% de los casos tiene alturas que oscilan entre los 4-8 m, y el resto apenas van de 0.22-0.4 m. En ambas condiciones la gran mayoría de los individuos son de tallas grandes y unos pocos son renuevos, pero no se encontraron juveniles.

Estratificación vertical

Existe un mayor número de individuos en las parcelas ubicadas en ladera en comparación con las que se encuentran en llanura. Sin embargo, en ambas condiciones son más abundantes las plantas que alcanzan hasta los 0.88 m. Para las parcelas de ladera, las tres primeras categorías de altura que alcanzan es hasta los 2.65 m, constituyendo cerca de 94% de todos los individuos, y para las parcelas situadas en las llanuras son casi 93% de éstos. Por lo que los bordos en ambas condiciones se constituyen principalmente por estratos de talla media en cuanto árboles y arbustos (Figura 18).

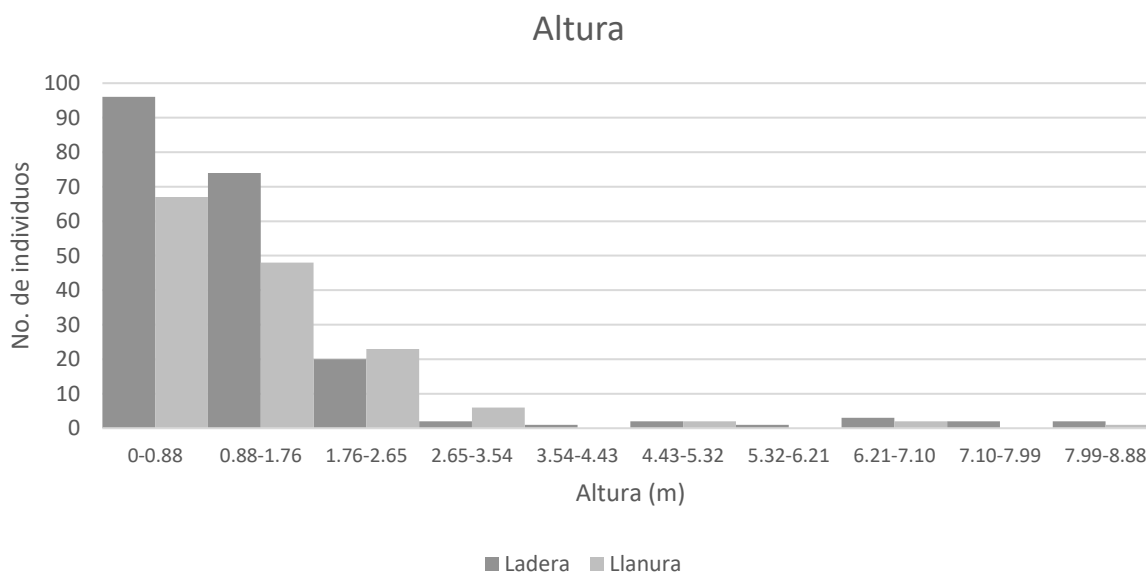


Figura 17. Altura de las especies presentes en cada condición.

Los individuos que predominan en el sistema de bordeos son de talla media (arbustos, magueyes, nopales, etc.). El registro de árboles es menor, pero se tratan de individuos, en su mayoría, grandes con alturas mayores a los tres metros. Así, parece que en cuanto al manejo general de los árboles en los *metepantles* es común encontrar adultos mayores y pocos

juveniles, lo que podría sugerir implicaciones del manejo en las tasas de crecimiento, reclutamiento y mortalidad de juveniles en las poblaciones de los árboles.

Riqueza y diversidad de especies

La riqueza de especies, que se calculó mediante el índice de Margalef, es mayor en las parcelas situadas en ladera en comparación con las parcelas en llanura (Tabla 12), lo cual era de esperarse puesto a que en las primeras encontramos casi el doble de especies que en las parcelas que se encuentran en llanura.

En cuanto al índice Shannon no se encontraron diferencias significativas en las parcelas que están más cercanas al monte ($t=0.40192$, $p=0.68798$) con respecto a las que están situadas en zonas con menor pendiente. El resultado de la aplicación de dicho índice en ambos casos es un poco más alto que 1.5 (Tabla 12), por lo que se encuentra entre el rango normal (Margalef, 1972), sin embargo, son sólo un poco más diversas las parcelas próximas al monte, debido a que cuenta con una mayor riqueza.

En el índice de Simpson, al igual que en el de Shannon, no existen diferencias estadísticamente significativas en estas dos condiciones ($t=1.3277$, $p=0.18512$). No obstante, en este índice es un poco más diversa la condición llanura que ladera (Tabla 12). Esto se explica debido a que el índice de Simpson está fuertemente influido por la especie más dominante (Marrugan, 1989). Así, a pesar de que las parcelas en ladera son en promedio más ricas en especies, es menos equitativo el reparto en contraste con las parcelas en llanura, lo cual coincide con el IVE.

Tabla 11. Índices de riqueza y diversidad.

Índice	Ladera	Llanura
Taxa	17	10
Individuos	213	149
<i>Margalef (D_{MF})</i>	2.984	1.799
<i>Shannon (H')</i>	1.5933	1.537
<i>Simpson (S)</i>	0.5964	0.6676

Por otro lado, el índice de similitud de Sorensen (I_s) tampoco muestra diferencias importantes en cuanto a la composición de especies, ya que nos indica que comparten un poco más de la mitad de ellas ($I_s=0.666$), lo cual sugiere que son muy similares.

Así, aun cuando en diversidad y composición las dos condiciones no varían, en cuanto a riqueza sí, teniendo a las parcelas situadas en ladera como una condición con mayor número de especies.

Las razones por las cuales no se encuentran diferencias significativas entre ambas condiciones en cuanto diversidad y composición, como suponía la hipótesis de este trabajo, puede deberse, por un lado, a cuestiones de método, ya que la escala no es suficientemente grande para abarcar un espectro más amplio sobre el manejo de dichas parcelas, además no se seleccionaron de modo que se pudieran comparar factores de intensificación de las prácticas agrícolas y el manejo de los bordos, por lo cual sólo una de las seis parcelas es diferente en cuanto a manejo, y es lo que probablemente sesga los datos de diversidad.

Por otro lado, la homogenización de las prácticas de cultivo por adopción de granos comerciales (por ejemplo la cebada para la industria cervecera), es más susceptible a la aceptación de paquetes tecnológicos y puede jugar un papel esencial en la modificación de las parcelas, afectando su estructura y funciones ecológicas descritas en otros sistemas de

terrazas, particularmente en Tlaxcala con un manejo de paisaje sumamente complejo a un cambio donde todas las parcelas parecen iguales (González-Jácome, 2006; Callo, 2013; Anchondo *et al.*, 2016). Esta situación se ve reflejada en la diversidad y en el manejo de las parcelas, pues de las variables que se consideraron en el manejo, resultaron bastante similares en el uso de maquinaria, agroquímicos, descanso de la tierra y prácticas de manejo de los bordos. Este sistema parece estar amenazado por cambios en las tecnologías y una demanda cada vez más grande de producción, además, esto también se ha visto en otros sistemas agroforestales (Zuria y Gates 2006; Moreno-Calles *et al.*, 2012, 2013; Vallejo *et al.*, 2015; Hoogesteger *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES

Juniperus deppenana es una planta con usos diversos, lo cual es el reflejo de su importancia como recurso para El Rosario, Tlaxcala. Generalmente es usado para el autoabasto como leña aunque se puede dar el caso de ser utilizado con fines comerciales principalmente como madera. En cuanto al manejo, es una planta principalmente tolerada en el sistema agroforestal y forma parte de una compleja red de bordos en donde coexiste con otras especies útiles. Además, este manejo implica también la puesta en marcha de múltiples estrategias, desde las más incipientes, como la recolección; hasta las más complejas, como es el cultivo *ex situ*. Éstas pueden ser un reflejo de la importancia de esta especie en el paisaje agrícola del altiplano tlaxcalteca, al ser altamente tolerante al disturbio humano y a otras fuerzas de la naturaleza. A pesar de que las prácticas alrededor del sabino son parte de un legado cultural el cual se modifica, adapta y sobrevive, la sobrerregulación en cuanto al corte de este árbol ajenas a las dinámicas de esta comunidad y su sustitución por otros materiales de construcción, así como otros procesos de índole sociocultural, podrían encaminar a la erosión del conocimiento tradicional en cuanto al uso y manejo de *J. deppena*.

Quizá uno de los fenómenos que más han contribuido a la disminución de sus poblaciones en el paisaje agrícola están relacionados con cambios en el tipo e intensidad de cultivos, así como de la implementación de tecnologías agrícolas que éstos implican. Lograr hacer compatible las prácticas agrícolas y el mantenimiento de poblaciones viables de sabino podría ser esencial para su permanencia y manejo dentro de las parcelas.

El *metepantle* es un sistema agroforestal que persiste y se adapta, donde actualmente son frecuentes los cultivos y tecnologías que responden a paquetes tecnológicos modernos. Lo anterior podría estar guiando la disposición – que es principalmente en las orillas- y la permanencia de los árboles alrededor de las parcelas, por ejemplo, para no afectar el paso del

tractor o tener mayor producción de cereales. El sabino es una especie que permanece dentro de estos sistemas y se reconoce como una especie con múltiples beneficios tanto ecosistémicos -principalmente como elemento para el control de la erosión e interacciones bióticas- a nivel de paisaje como de provisión - preferentemente como leña- para la comunidad.

En cuanto a la participación del sabino en el sistema de bordeo encontramos que cuenta con IVE muy alto dentro del *metepantle*, siendo una de las especies con gran importancia ecológica. Sin embargo, las diferencias en los tipos de parcelas no son significativas en cuanto a diversidad y composición, por lo que estudios a otra escala y con otros métodos de muestreo pueden ser más concluyentes en estos aspectos.

A pesar de que *J. deppeana* es un árbol muy importante para los sistemas agroforestales en general, la diversidad de estos sistemas y en particular de las poblaciones de sabino podrían verse amenazados por la homogenización constante de estos sistemas.

La permanencia del *metepantle* implica la conservación de los conocimientos sobre el manejo de la diversidad vegetal nativa asociada con el diseño de estrategias para la conservación del agroecosistema en general. La pérdida de este conocimiento erosionaría a su vez la diversidad nativa, facilitando la introducción de modelos hegemónicos de producción que dañan los recursos locales y propician la introducción de recursos exóticos.

Si bien estos sistemas agroforestales no son tan diversos como otros sistemas tradicionales, conservan un porcentaje importante de flora útil, misma que es el resultado de cientos o incluso miles de años de interacción con las comunidades humanas. De esta forma, el documentar las particularidades del manejo del sabino por parte de las comunidades rurales, puede contribuir a reivindicar conocimientos que han sido invisibilizados acerca de la gestión del territorio y de los recursos naturales.

En un contexto de alta incertidumbre ecológica, social y económica, necesitamos cooperar con modelos y propuestas locales de gestión de los recursos naturales, mismos que han demostrado su viabilidad a lo largo del tiempo. Para abreviar caminos en la búsqueda de soluciones a la crisis ambiental, se debe reconocer que las comunidades indígenas y campesinas también poseen conocimientos y lecciones para el futuro, y que lejos de ser resabios del pasado, estas prácticas y formas de concebir la naturaleza son completamente vigentes y contemporáneas pues estos además de ser un legado es parte de una experimentación constante y colectiva que persiste y se adapta.

REFERENCIAS

- Alcorn, J. 1981. Huastec Noncrop Resource Management: Implications for prehistoric rain forest management. *Human Ecology*, 9: 395-417.
- Alcorn, J. 1983. El te'lom huasteco: presente, pasado y futuro de un sistema de silvicultura indígena. *Biótica*, 8(3): 315-331.
- Alcorn, J. 1984. *Huastec Mayan Ethnobotany*. Austin, Texas: University of Texas Press.
- Alfaro, G. (coord.). 2007. Inventario del archivo Parroquial San Agustín, Tlaxco Tlaxcala. Apoyo al desarrollo de Archivos y Bibliotecas de México.
- Altieri, M. y J. Trujillo. 1987. The agroecology of maize production in Tlaxcala, México. *Human Ecology*, 15(2):189-220.
- Altieri, M. 1999. El agroecosistema: determinantes, recursos, procesos y sustentabilidad. *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*, M. Altieri (ed.). Montevideo: Nordan-Comunidad, 43-66 pp.
- Anchondo, A., J. Castañeda, M. Uribe, H. Santoyo, E. López y A. Lara. 2016. Agroforestería para la conservación del hábitat de codorniz Moctezuma. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 16: 3219-3233.
- Ávalos, J. y P. Medellín. 2013. *Propuesta de ordenamiento ecológico local comunitario de la comunidad de Pokchich, municipio de San Antonio, SLP*. UASLP, Agenda Ambiental, marzo.
- Avedaño, A., A. Casas, P. Dávila y R. Lira. 2006. Use forms, management and comercialization of "pochote" *Ceiba aesculifolia* (H.B. & K.) Britten & Baker f. subsp. *parvifolia* (Rose) P.E. Gibbs & Semir (Bombacaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Journal of Arid Environments*, 67:15-35.

- Avedaño-Gómez, A., R. Lira-Saade, B. Madrigal-Calle, E. García-Moya, M. Soto-Hernández y A. Romo de Vivar-Romo. 2015. Manejo y síndromes de domesticación del capulín (*Prunus serotina* Ehrh spp. *capuli* (Cav.) Mc Vaugh) en comunidades del estado de Tlaxcala. *Agrociencia*, 49(2): 189-204.
- Base de Datos Etnobotánica de Plantas Útiles de México (BADEPLAM). 2017. Jardín Botánico-Instituto de Biología, UNAM.
- Beaucage, P. 2012. Historia social y construcción de un ecosistema: la toponimia del ordenamiento territorial campesino indígena en Cuetzalan. *Kuojtakiloyan. El monte donde producimos*. Publicación Oficial del Órgano Ejecutivo del Comité de Ordenamiento Territorial Integral de Cuetzalan, México, marzo-abril, 11 y 12, 3-12.
- Berkes, F., C. Folke y M. Gadgil. 1995. Traditional ecological knowledge, biodiversity, resilience and sustainability. Perrings, K. Maler, C. Folke, C. Holling y B. Jansson (eds.), *Biodiversity Conservation: Problems and Policies*, Kluwer Academic Publishers Group.
- Blancas, J., A. Casas, R. Lira y J. Caballero. 2009. Traditional Management and Morphological Patterns of *Myrtillocactus schenckii* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Economic Botany*, 64(4): 375-387.
- Blancas, J., A. Casas, S. Rangel-Landa, A. Moreno-Calles, I. Torres, E. Pérez-Negrón, L. Solís, A. Delgado-Lemus, F. Parra, Y. Arellanes, J. Caballero, L. Cortés, R. Lira y P. Dávila. 2010. Plant Management in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany*, 64(4): 287-302 doi:10.1007/s12231-010-9133-0.
- Blancas, J. 2013. *Factores ecológicos, socioculturales y tecnológicos que influyen en el manejo y domesticación de plantas en comunidades indígenas del Valle de Tehuacán*.

- (tesis de doctorado). Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Blancas, J., A. Casas, A. Moreno-Calles y J. Caballero. 2016. Cultural motives of plant management and domestication. En R. Lira, A. Casas y J. Blancas (eds.), *Ethnobotany of Mexico: interactions of people and plants in Mesoamerica*. New York: Springer.
- Blanckaert, I. 2007. *Etnobotánica, ecología y posibles procesos de domesticación de malezas útiles en diferentes agroecosistemas en Santa María Tecomavaca, Oaxaca, México* (tesis de doctorado). Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Bye, R. 1985. Botanical perspectives of ethnobotany of the Greater Southwest. *Economic Botany*, 4: 375-386.
- Bye, R. 1993. The role of humans in the diversification of plants in México. En Kent Ramamoorthy, R. By, A. Lot y J. Fa (eds.), *Biological diversity in Mexico*. New York: Oxford University Press, 707-731.
- Bye, R. y E. Linares. 2000. Relationships between mexican ethnobotanical diversity and indigenous peoples. En P. Minnis y W. Elisens (eds.), *Biodiversity and Native America*. Norman: University of Oklahoma Press, 44-73.
- Caballero, J. 1984. Recursos comestibles potenciales. En T. Reyna (ed.), *Seminario sobre la alimentación en México*. Ciudad de México: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 114-125.
- Caballero, J. 1987. Etnobotánica y desarrollo: La búsqueda de nuevos recursos vegetales. En V. Toledo (ed.), *Hacia una etnobotánica latinoamericana*. Bogotá: Asociación Latinoamericana de Botánica, 70-96.

- Caballero, J. 1994. La dimension culturelle de la diversité végétale au Mexique. *Journal D'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée*, nouvelle série 36: 145-158.
- Caballero, J., A. Casas, L. Cortés y C. Mapes. 1998. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de plantas en pueblos indígenas de México. *Estudios Atacameños*, 16: 181-195.
- Caballero, J. y L. Cortés. 2001. Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. En B. Rendón, S. Rebollar, J. Caballero y M. A. Martínez-Alfaro (eds.), *Plantas cultura y sociedad: estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana-SEMARNAP, pp. 79-100.
- Callo, D. 2013. Prácticas agroforestales y especies de uso múltiple para la rehabilitación y conservación de suelos volcánicos en Adolfo López Mateos, Tlaxcala: percepción de los agricultores. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 13(26): 119-134.
- Camou-Guerrero, A. 2008. *Los recursos vegetales en una comunidad rarámuri: aspectos culturales, económicos y ecológicos* (tesis de doctorado). Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Camou-Guerrero, A., V. Reyes-García, M. Martínez-Ramos y A. Casas. 2008. Knowledge and Use Value of Plant Species in a Rarámuri Community: A Gender Perspective for Conservation. *Human Ecology*, 36:259–272.
- Candel, J., A. Marin y J. Ruiz. 1991. *Estadística aplicada I: Estadística descriptiva*. Barcelona: DM-PPU, Lecciones 1 y 2.
- Casas, A. y J. Caballero. 1995. Domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Ciencias*, 40: 36-45.

- Casas, A. y J. Caballero. 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Moc. et Sessé ex A.DC.) Benth. (Leguminosae: Mimosoideae) in the Mixtec region of Guerrero, Mexico. *Economic Botany*, 50:167-181.
- Casas, A., M. Vázquez, J. Viveros y J. Caballero. 1996. Plant management among the Nahua and the Mixtec from the Balsas River Basin: and ethnobotanical approach to the study of plant domestication. *Human Ecology*, 24: 455-478.
- Casas, A., J. Caballero, C. Mapes y S. Zárate. 1997. Manejo de la vegetación y domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 61:31-67.
- Casas, A., 2001. Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica. En B. Rendón-Aguilar, S. Rebollar-Domínguez, J. Caballero Nieto y M.A. Martínez-Alfaro (eds.), *Plantas, cultura y sociedad, estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana, SEMARNAP.
- Casas A., A. Otero-Arnaiz, E. Pérez-Negrón y A. Valiente-Banuet. 2007. In situ management and domestication of plants in Mesoamerica. *Annals of Botany*, 100: 1101-1115.
- Casas, A. y F. Parra. 2007. Agrobiodiversidad, parientes silvestres y cultura. *LEISA Revista de Agroecología*, 23(2): 5-8.
- Casas, A., A. Camou-Guerrero, A. Otero-Arnaiz, S. Rangel-Landa, J. Cruse-Sanders, L. Solís, I. Torres, A. Delgado, A. Moreno-Calles, M. Vallejo, S. Guillén, J. Blancas, F. Parra, B. Farfán-Heredia, X. Aguirre-Dugua, Y. Arellanes y E. Pérez Negrón. 2014. Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: el Valle de Tehuacán. *Investigación Ambiental*, 6 (2): 23-44.

Casas, A., J. Blancas, A. Otero-Arnaiz, J. Cruse-Sanders, R. Lira, A. Avendaño, F. Parra, S. Guillén, C. Figueredo, I. Torres y S. Rangel-Landa. 2016. Evolutionary ethnobotanical studies of incipient domestication of plants in Mesoamerica. En R. Lira, A. Casas y J. Blancas (eds.), *Ethnobotany of Mexico: interactions of people and plants in Mesoamerica*. New York: Springer.

Colunga, P. (1984). Variación morfológica, manejo agrícola y grados de domesticación de *Opuntia* spp. en el bajo guanajuatense (tesis maestría). Colegio de Postgraduados de Chapingo, Texcoco, México.

CONABIO-PRONARE (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad- Programa Nacional de Reforestación). 2011. *Sistema de Información para la Reforestación, SIRE*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Programa Nacional de Reforestación Paquetes tecnológicos. *Juniperus deppeana* Steud. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/933Juniperus%20deppeana.pdf>

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), (28 de febrero de 2017). “Instalará CONAFOR primera Unidad Productora de Germoplasma Forestal en Tlaxcala”, en Comisión Nacional Forestal: prensa. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conafor/prensa/instalara-conafor-primera-unidad-productora-de-germoplasma-forestal-en-tlaxcala>

Cottam, G. y Curtis, J. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37, 451- 460.

- Cuevas, E. 2018. *Conocimiento local de polinizadores en El Rosario, Tlaxcala, México* (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Curtis, J., R. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the pariré-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32: 476-496.
- Damián-Huato, M. A., B. Ramírez-Valverde, A. Aragón-García, M. Huerta-Lara, D. M. Sangerman-Jarquín y J.O. Romero-Arenas. 2010. Manejo del maíz en el estado de Tlaxcala, México: entre lo convencional y lo agroecológico. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 6(2):67-76.
- De la Luz, G. (18 de agosto de 2015). Julio custodia el bosque en El Rosario, Tlaxco. *La Jornada de Oriente*. Puebla. Recuperado de: <http://www.lajornadadeoriente.com.mx/2015/08/18/julio-custodia-el-bosque-en-el-rosario-tlaxco/>
- Dembner, S. 1996. Opinión de los agricultores sobre la importancia de los árboles en Australia. *Unasylva* (FAO), 47(185): 16-23.
- Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martin-Lopez, B., Watson, R. T., Molnár, Z., ... Shirayama, Y. 2018. Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359(6373), 270-272.
- Donkin, R. 1979. *Agricultural terracing in the aboriginal new world*. The Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research. Arizona: The University of Arizona. Citado en A. González-Jácome. 2016. "Sistemas agrícolas en orografías complejas: las terrazas de Tlaxcala", en A. Moreno-Calles, V. Toledo, A. Casas y M. Vallejo (comps.), *Etnoagroforestería en México*. Ciudad de México: UNAM. pp. 111-145.
- Evans, S. 1990. The Productivity of Maguey Terrace Agriculture in Central Mexico During the Aztec Period. *Latin American Antiquity*, 1(2): 117-132.

- Farrell, J. 1984. The role of trees in Tlaxcala mixed farming systems (master's thesis). University of California, Berkeley. Citado en M. Altieri y J. Trujillo. 1987. The Agroecology of Corn Production in Tlaxcala, Mexico. *Human Ecology*, 15(2): 189-220 pp.
- Farrell, J. y M. Altieri. 1999. Sistemas agroforestales. En A. Altieri (ed.), *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Nordan-Comunidad, pp. 229-243.
- Flannery, K. (ed.). 1986. *Guilá Naquitz*. New York: Academic Press.
- García-Cook, A. 2014. *Arqueología e historia de Tlaxcala*; mss. Citado en A. González-Jácome. Sistemas agrícolas en orografías complejas: las terrazas de Tlaxcala. *Perspectivas Latinoamericanas*. Japón: Nagoya, Centro de Estudios Latinoamericanos, Universidad Nanzan, número 11, pp. 1-30.
- Gliessman, S. 2002. Agroecología: procesos ecológicos. *Agricultura Sostenible*. CATIE, Turrialba.
- Gómez-Pompa, A., E. Flores y V. Sosa. 1987. The “pet kot”: a man-made tropical forest of the Maya. *Interciencia*, 12: 10-15
- González-Insuasti, M. y J. Caballero. 2007. Managing Plant Resources: How Intensive Can It Be? *Human Ecology*, 35: 303-314.
- González- Insuasti, M., C. Martorell y J. Caballero. 2008. Factors that influence the intensity of non-agricultural management of plant resources. *Agroforestry Systems*, 74: 1-15.
- González, H., L. Orosco y J. Muñoz. 2011. Programa de Manejo para aprovechamiento Forestal Maderable en el Ejido El Rosario, Tlaxco, Tlax. Servicios Técnicos Forestales Tlaxco, Tlax. Citado en K. González. 2014. *Balance hidrológico y*

- valoración económica de la producción hídrica en la cuenca alta del Rosario, Tlaxcala* (tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Chapingo.
- González, K. 2014. *Balance hidrológico y valoración económica de la producción hídrica en la cuenca alta del Rosario, Tlaxcala* (tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Chapingo.
- González-Jácome, A. 2003. *Cultura y agricultura: Transformaciones en el agro mexicano*. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana.
- González-Jácome, A. 2006. “El ambiente y la agricultura en Tlaxcala durante el siglo XVI”, en *Perspectivas Latinoamericanas*. Japón: Nagoya, Centro de Estudios Latinoamericanos, Universidad Nanzan, número 6, pp. 19-46.
- González-Jácome, A. 2009. El control del agua en la cuenca de los ríos Atoyac y Zahuapan por el estado mexicano posrevolucionario. *Anduli*, 8: 169-190.
- González-Jácome, A. 2014. “Sistemas agrícolas en orografías complejas: las terrazas de Tlaxcala”, en *Perspectivas Latinoamericanas*. Japón: Nagoya, Centro de Estudios Latinoamericanos, Universidad Nanzan, número 11, pp. 1-30.
- González-Jácome, A. 2016. Sistemas agrícolas en orografías complejas: las terrazas de Tlaxcala. En A. Moreno-Calles, V. Toledo, A. Casas y M. Vallejo (comps.), *Etnoagroforestería en México*, Ciudad de México: UNAM. pp. 111-145.
- González-Soberanis, C., y A. Casas. 2004. Traditional management and domestication of tempesquistle, *Sideroxylon palmeri* (Sapotaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Journal of Arid Environment*, 59: 245-258.
- Hammer Ø, DAT Harper y PD Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontología Electrónica*, 4: 1-9.

- Harlan, J. 1975. *Crops and man*. Foundation for modern crop science series. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy.
- Harris, D. y G. Hillman (eds.) 1989. *Foraging and Farming: The evolution and plant exploitation*. London.
- Hawkes, J. 1983. *The diversity of crop plants*. London: Harvard University Press.
- Herminio-Reyes, F. 2003. *Estado del conocimiento de Juniperus deppeana Steud* (tesis de licenciatura). División de ciencias forestales. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Hoogesteger van Dijk, V., A. Casas y A. Moreno-Calles. 2016. Tajos de la Sierra Gorda Guanajuatense: sistemas agroforestales de importancia ecológica, económica y cultural. En A. Moreno-Calles, A. Casas, V. Toledo y M. Vallejo-Ramos, *Etnoagroforestería en México*.
- INAFED, Estado de Tlaxcala, Tlaxco. (2010). *Enciclopedia de los Municipios y las Delegaciones de México*. Instituto Nacional para el Federalismo y el desarrollo Municipal. Consultado el 21/03/2018 en: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM29tlaxcala/municipios/29034a.html>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 1986. *Síntesis Geográfica del Estado de Tlaxcala*. Secretaría de Programación y Presupuesto. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 1994. *Tlaxcala: programa agropecuario. VI censo agropecuario 1991*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 1999. *Tlaxco estado de Tlaxcala: cuaderno estadístico municipal 1999.2000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tlaxco, Tlaxcala. Clave geoestadística 29034*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2017. *Anuario estadístico y geográfico de Tlaxcala 2017*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información.
- Islas, J. 1987. Evaluación financiera y económica de las unidades productivas de materias primas forestales de la región de Tlaxco, Tlaxcala. *Revista Ciencia Forestal*, 12(61): 119-133.
- Jiménez, A., M. García, R. Sotolongo, M. González y M. Martínez. 2010. Productos forestales no madereros en la comunidad Soroa, Sierra del Rosario. Centro Universitario Municipal San Cristóbal. Pinar del Río. Cuba. *Revista Forestal Baracoa*, 29(2):83-88
- Kato, T., C. Mapes, L. Mera, J. Serratos y R. Bye. 2009. *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 116 pp.
- Keel, S., A. Gentry y L. Spinzi. 1993. Using Vegetation Analysis to Facilitate the Selection of Conservation Sites in Eastern Paraguay. *Conservation Biology*, 7(1): 66-75.
- Krishnamurthy, L. y M. Ávila. 1999. *Agroforestería básica*. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental No. 3. Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Ciudad de México.
- Lira R., A. Casas, R. Rosas-López, M. Paredes-Flores, S. Rangel-Landa, L. Solís, I. Torres y P. Dávila. 2009. Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacán Cuicatlán Valley, México. *Economic Botany*, 63: 271-287.

- Llinás, H. y C. Rojas. 2006. *Estadística descriptiva y distribuciones de probabilidad*. Barranquilla. Ediciones Uninorte. 408 pp.
- MacNeish, R. 1958. Preliminary archaeological investigations in the Sierra de Tamaulipas, México. *Transactions of the American Philosophical Society*. Philadelphia. Parte 6, volumen 48.
- MacNeish, R. y F. Peterson. 1962. The Santa Marta rock shelter, Ocozocuahtla, Chiapas. *Papers of the New World Archaeological Foundation*, 14:1-46.
- Maffi, L. 2005. Linguistic, Cultural and Biological Diversity. *The Annual Review of Anthropology*, 34, 599-617.
- Magdaleno, L., E. García, J. Valdez-Hernández y V. de la Cruz. 2005. Evaluación del sistema agroforestal “árboles en terrenos de cultivo” en Vicente Guerrero, Tlaxcala, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28(3): 203-212.
- Magurran, A. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton. N.J.: Princeton University Press. 179 pp. Citado en C. Moreno. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA*, vol. 1. Zaragoza: CITED, UNESCO & SEA.
- Magurran, A. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Barcelona: Vedral. 200 pp.
- Margalef, R. 1958. Information theory in Ecology. *International Journal of General Systems*, 3: 36-71.
- Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Trans. Connect. Acad. Arts. Sci.*, 44: 211-35.
- Marshall, E. y A. Mooney, 2002. Field margins in northern Europe: Their function and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 89: 5-21.
- Martin, G. 1995. *Ethnobotany: a methods manual*. New York: Chapman & Hall.

- Martínez-Alfaro, M.A., V. Evangelista, F. Basurto, M. Mendoza y A. Cruz-Rivas. 2007. Flora útil de los cafetales de la Sierra Norte de Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78: 15-40.
- Martínez-Ballesté, A., C. Martorell y J. Caballero. 2006. Cultural or ecological sustainability? The effect of cultural change on Sabal palm management among the lowland Maya of Mexico. *Ecology and Society*, 11 (2): 27. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art27/>
- Martínez-y-Pérez, J., G. Castillo-Campos, M. Santiago-Martínez y L. Hernández-Cuevas. 2011. Análisis florístico en tepetates del estado de Tlaxcala. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(2).
- Matías-Mondragón, E. [s.f.]. *Caracterización de un sistema agrícola tradicional: el metepantle de El Rosario, Tlaxco-Tlaxcala, México* (tesis de licenciatura, en proceso). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Menegus, M. y F. Leal. 1981. Las haciendas de Mazaquiahuc y El Rosario en los albores de la revolución agraria 1910-1914. *Historia Mexicana*, núm. 122, vol. XXXI.
- Meraz, S., J. Orozco, A. Lechuga y F. Cruz. 1998. El mezquite, árbol de gran gratitud. *Ciencias*, 51: 20-21.
- Montes-Romero, H. 2019 *Inventario de recursos forestales no maderables de El Rosario, Tlaxcala, México* (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Moreno, C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad. M & T- Manuales y Tesis SEA*, vol. 1. Zaragoza: CITED, UNESCO & SEA.

- Moreno, C., I. Zuria, M. García-Zenteno, G. Sánchez-Rojas, I. Castellanos, M. Martínez-Morales y A. Rojas-Martínez. 2006. Trends in the measurement of alpha diversity in the last two decades. *Interciencia*, 31: 67-71.
- Moreno-Calles A., A. Casas, J. Blancas, I. Torres, O. Masera, J. Caballero, L. García-Barrios, E. Pérez-Negrón y S. Rangel-Landa. 2010. Agroforestry systems and biodiversity conservation in arid zones: The case of the Tehuacán Valley, Central México. *Agroforestry Systems* 80:315-331.
- Moreno-Calles A., A. Casas, E. García-Frapolli e I. Torres. 2012. Traditional agroforestry systems of multi-crop “milpa” and “chichipera” cactus forest in the arid Tehuacan Valley, Mexico: Their management and role in people’s subsistence. *Agroforestry Systems*, 84:207-226.
- Moreno-Calles, A., V. Toledo y A. Casas. 2013. Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4): 375-398.
- Moreno-Calles A., M. Vallejo, A. Casas y J. Blancas. 2014. Los sistemas agroforestales tradicionales del Valle de Tehuacán y su diversidad biocultural. *Ciencias*, 111:42-49.
- Moreno-Calles, A., V. Toledo, A. Casas y M. Vallejo. 2016a. Etnoagroforestería en México, los proyectos y la idea del libro. En A. Moreno-Calles, V. Toledo, A. Casas y M. Vallejo (comps.), *Etnoagroforestería en México*. Ciudad de México: UNAM. pp. 10-26.
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Rivero-Romero, A. D., Romero-Bautista, Y. A., Rangel-Landa, S., Fisher-Ortíz, R. A., et al. 2016b. Ethnoagroforestry: integration of biocultural diversity for food sovereignty in Mexico. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 12, 54.

- Mountjoy D. y S. Gliessman. 1988. Traditional management of a hillside agroecosystems in Tlaxcala, México: An ecologically based maintenance system. *American Journal of Alternative Agriculture*, 3:3-10.
- Nabhan G.P., J. García, R. Routson, K. Routson y M. Cariño-Olvera. 2010. Desert oases as genetic refugia of heritage crops: Persistence of forgotten fruits in the mission orchards of Baja California, Mexico. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 2:56-69.
- Nair P. 1997. Directions in tropical agroforestry research: past, present, and future. *Agroforestry Systems*, 38:223-246.
- Naranjo, M. 2012. *Etnobotánica de las plantas vasculares de San Andrés Chicahuaxtla, Putla, Oaxaca* (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Parra, F., J. Blancas y A. Casas. 2012. Landscape management and domestication of *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley: human guided selection and gene flow. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 8:32.
- Patrick, L. 1977. *A Cultural Geography of the Use of Seasonally Dry, Sloping Terrain: The Metepantli Crop Terraces of Central Mexico* (PA, PhD Thesis in Geography). University of Pittsburgh, USA. Citado en A. González-Jácome. 2016. Sistemas agrícolas en orografías complejas: las terrazas de Tlaxcala. En A. Moreno-Calles, V. Toledo, A. Casas y M. Vallejo (comps.), *Etnoagroforestería en México*. Ciudad de México: UNAM. pp. 111-145.
- Pengue, W. 2005. *Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. ¿La transgénesis de un continente?* Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental

- Número 9, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Pérez-Sánchez, J. 2012. “Terrazas y metepantles: manejo de tierra y agua en una comunidad en el altiplano mexicano”, en *Perspectivas Latinoamericanas*. Japón. Universidad de Nanzan, núm. 9, pp. 99-111.
- Perfecto, I., J. Vandermeer. 2009. *Nature's Matrix: Conservation, Agriculture and Food*. London: Sovereignty Earthscan.
- Pfeifer, G. 1966. The basin of Puebla-Tlaxcala in Mexico. *Revista Geográfica del instituto Panoamericano de Geografía e Historia*, 64:85-107. Citado en A. González-Jácome. 2016. Sistemas agrícolas en orografías complejas: las terrazas de Tlaxcala. En A. Moreno-Calles, V. Toledo, A. Casas y M. Vallejo (comps.), *Etnoagroforestería en México*. Ciudad de México: UNAM. pp. 111-145.
- Rendón-Garcini, R. 1990. *Dos haciendas pulqueras en Tlaxcala, 1857-1884*. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana, Tlaxcala.
- Rohlf, J. 1993. *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System for the PC Microcomputer (and Compatibles)*. Version 2.2. Applied Biostatistics, Inc. New York: Stony Brook.
- Rojas-Rabiela, T. 1985. La tecnología agrícola mesoamericana en el siglo XVI. En T. Rojas-Rabiela y W. Sanders (eds.), *Historia de la a: época prehispánica-siglo XVI*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, pp. 129–231.
- Rojas Rabiela, T. 1991. La agricultura en la época prehispánica. En: Rojas-Rabiela T. Coord. *La Agricultura en Tierras Mexicanas desde sus Orígenes hasta Nuestros Días*, pp. 15-138, Comisión Nacional para la Cultura y las Artes, Grijalbo S.A. de C.V., México.

- Rosales, J., R. Cuevas, S. Gliessman, B. Benz y J. Cevallos. 2016. El agrobosque de piña en el occidente de México: ecología, manejo tradicional y conservación biológica. En A. Moreno-Calles, V. Toledo, A. Casas y M. Vallejo (comps.), *Etnoagroforestería en México*. Ciudad de México: UNAM. pp. 43-68.
- Russell, B. 1995. *Métodos de investigación en antropología: abordaje cualitativos y cuantitativos*. London: Altamira.
- Rzedowski, G., C. de J. Rzedowski y colaboradores. 2005. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Pátzcuaro (Michoacán): Instituto de Ecología, A.C. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1406 pp.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. Primera edición digital. Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 504 pp.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Naturales, Pesca y Alimentación). 2012. “Principal proveedor de cebada de la industria cervecera nacional adopta MasAgro. Delegación Estatal en Chihuahua”. Obtenido el 20 marzo de 2018 en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/chihuahua/boletines/Paginas/B0222012.aspx>.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Naturales, Pesca y Alimentación). 2018. Sonora es líder en la exportación de bovino a los EUA 2017. Obtenido el 12 de abril de 2018 en: <http://oiapes.sagarhpa.sonora.gob.mx/notas/econo/exporta-bovino.pdf>
- Sánchez, A. s.f. *Sistemas y técnicas tradicionales de la agricultura en Tlaxcala desde la época prehispánica hasta el siglo XIX*. Obtenido el 14 de junio de 2007 en: http://www.economia.unam.mx/amhe/pdfs/giordano_pub_02.pdf

- Sánchez, A. y A. Palm. 1996. Reciclaje de nutrientes y agrosilvicultura en África. *Unasylva* (FAO), 47(185): 24-27.
- Saynes-Vásquez, A., J. Caballero, J. Meave y F. Chiang. 2013. Cultural change and loss of ethnoecological knowledge among the Isthmus Zapotecs of Mexico. *J Ethnobiol Ethnomed*, 9: 40-10.1186/1746-4269-9-40.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social). 2013. Unidad de Microrregiones. Dirección General Adjunta de Planeación Microrregional. Secretaría de Desarrollo Social. Obtenido el 17 de junio de 2017. En: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=290340059>
- Shannon, C. y W. Weaver. 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana, IL: University of Illinois Press. 144 pp.
- Simpson, E. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- Solano, C. 2016. *Etnobotánica de Wirikuta: uso de recursos vegetales silvestres en el desierto de San Luis Potosí, México* (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Sturges, H. 1926. The choice of a class-interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21: 65-66.
- Suzán, H., D. Patten y G. Nabhan. 1997. Exploitation and conservation of ironwood (*Olneya tesota*) in the Sonoran desert. *Ecological Applications*, 7(3): 948–957.
- Toledo, V., B. Ortiz-Espejel, L. Cortés, P. Moguel, y M. Ordoñez. 2003. The multiple use of tropical forest by indigenous peoples in Mexico: a case of adaptive, management. *Conservation Ecology*, 7(3): 9.

- Toledo, V. 2016. El Kuojtakiloyan de la Sierra Norte de Puebla: una aproximación etnoecológica. En A. Moreno-Calles, V. Toledo, A. Casas y M. Vallejo (comps.), *Etnoagroforestería en México*. Ciudad de México: UNAM. pp. 10-26.
- Torres, I. 2004. *Aspectos etnobotánicos y ecológicos de los recursos vegetales en la comunidad de San Luis Atlotitlán, Municipio de Caltepec, Puebla, México* (tesis de licenciatura). Univesidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia.
- Torres, I., A. Casas, E. Vega, M. Martínez-Ramos y A. Delgado-Lemus. 2015. Population dynamics and sustainable management of mescal agaves in central Mexico: Agave potatorum in the Tehuacán-Cuicatlán Valley. *Economic Botany*, 69(1): 26-41.
- Turner, N. 1988. The importance of a rose: evaluating the cultural significance of plants in Thompson and Lillooet Interior Salish. *American Anthropologist*, 90: 272-290.
- Vallejo, M., A. Casas, E. Pérez-Negrón, A. Moreno-Calles, O. Hernández-Ordoñez, O. Téllez y P. Dávila. 2015. Agroforestry systems of the lo Journal of lowland alluvial Valleys of the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve: an evaluation of their biocultural capacity. *Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11: 8.
- Vandermeer, J., I. Perfecto, S. Philpott y J. Chappell. 2007. Reenfocando la conservación en el paisaje: la importancia de la matriz. En C. Harvey y J. Sáenz (eds.), *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisaje fragmentados en Mesoamérica*. Bogotá: INBio, pp. 75-104.
- Vandermeer, J.H. 2009. *The ecology of agroecosystems*. Sudbury, MA: Jones & Bartlett Publishers.
- Vavilov, N. 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica*, 13:1-16.

- Vázquez-Yanes, C., A. Batis Muñoz, M. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. *Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. Reporte técnico del proyecto J084. Ciudad de México: CONABIO-Instituto de Ecología, UNAM.
- Villasenor, J. F., y R. L. Hutto. 1995. The importance of agricultural areas for the conservation of Neotropical migratory landbirds in western Mexico. En M. Wilson y S. A. Sader (eds.), *Conservation of Neotropical Migratory Birds in Mexico, Maine Agricultural and Forest Experiment Station*. Orono, Maine: Miscellaneous Publication 727.
- Villaseñor, J. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3):559-902.
- Wilm, H. 1957. Influencia de la vegetación forestal sobre el suelo aguas. *Unasyuva* (FAO), 11(4).
- Zarco-Espinosa, V., J. Valdez-Hernández, G. Ángeles-Pérez y O. Castillo-Acosta. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, 26(1): 1-17.
- Zuria, I. y J. Gates, 2006. La vegetación marginal de los campos en México: su historia, estructura y función, y manejo. *Human Ecology*, 34(1): 53-77.

ANEXO I

Entrevista para conocer usos, formas de manejo de *Juniperus deppeana*, así como los factores socioecológicos que influyen en las estrategias y prácticas de manejo en el metepantle de El Rosario, Tlaxcala, México.

Entrevistador y #:

Fecha: ____/____/____/

Caracterización del uso y manejo de *Juniperus deppeana* dentro de un sistema agroforestal en El Rosario, Tlaxcala, México

Nombre:		Género	
		M	F
Edad:	¿A qué se dedica?	Escolaridad	

- 1.- ¿Ha vivido fuera de la comunidad? Sí () ¿Por qué razón? _____
 ¿Cuánto tiempo? _____ ¿A dónde? _____ No ()
- 2.- ¿Usted nació en El Rosario? No (). ¿Dónde? _____ Sí ()
- 3.- ¿Sus padres trabajan/ban la tierra? Sí () No ()
- 4.- Y usted, ¿desde qué edad trabaja la tierra? _ _____

Usos del sabino

- 5.- ¿Cómo le llama a esta planta? _____
- 6.- ¿Tiene otro nombre? Sí () ¿Cuál? _____ No ()
- 7.- ¿Anteriormente le llamaban de otra forma? Sí () ¿Cómo? _____ No ()
- 8.- ¿Para qué y cómo ocupa o ha ocupado al sabino? (¿Puede mencionar un uso que le dé al Sabino?)

¿Para qué lo ocupa? (Uso)	¿Qué parte se usa? ¿Por qué?	¿Cómo se usa?	¿Cada cuánto lo requiere para (el uso)?	¿Por qué le gusta/esta bueno para (ese uso)?	¿Qué tipo de sabino ocupa?	Registro Foto

			¿En el pasado se usaba con la misma frecuencia?			
Observaciones: ¿Antes o ahora es más frecuente su uso?						
¿Para qué lo ocupa? (Uso)	¿Qué parte se usa? ¿Por qué?	¿Cómo se usa? ¿Por qué?	¿Cada cuánto lo requiere para (el uso)?	¿Por qué le gusta/esta bueno para (ese uso)?	¿Qué tipo de Sabino ocupa?	Registro Foto
			¿En el pasado se usaba con la misma frecuencia?			
Observaciones: ¿Antes o ahora es más frecuente su uso?						
Observaciones: ¿Antes o ahora es más frecuente su uso?						
Observaciones: ¿Antes o ahora es más frecuente su uso?						

Observaciones: ¿Antes o ahora es más frecuente su uso?						

*¿Lo usan como remedio? ¿Para curar dolencias, enfermedades? ¿En alguna festividad de algún santo? ¿Para adornar imágenes? ¿Curar animales?

9.- ¿Tenía otros usos en el pasado que ahora ya no tenga? Sí (). ¿Cuáles? _____ No ()

9.1.- ¿Por qué ya no se ocupa de esa manera? _____

Manejo del sabino

10.- ¿Hay diferentes tipos (colores) de sabino? Sí (). ¿Cuáles? _____ No ()

11.- ¿Cómo son? / ¿Qué los caracteriza? (tabla)

Clase/tipo:		Clase/tipo:		Clase/tipo:		Clase/tipo:		
¿Cómo distingue a esta clase?								
Característica:		Característica:		Característica:		Característica:		
¿Dónde crece?		¿Dónde crece?		¿Dónde crece?		¿Dónde crece?		
¿Tiene alguna característica que prefiera o no le guste?	F	C	¿Tiene alguna característica que prefiera o no le guste?	F	C	¿Tiene alguna característica que prefiera o no le guste?	F	C

*¿De los sabinos que mencionó alguno prefiere?..... (F) foto y (C) colecta. ¿De los que mencionó hay alguna en mayor cantidad?

- 12.- ¿El sabino nace solo o se planta? Se planta (). ¿Por qué lo ha plantado? _____ Solo ()
- 12.1.- Cuando se planta es ¿desde semilla, árboles pequeños, plántulas? _____
- 12.2.- ¿Cuáles elige? ¿Quién se los dio? _____
- 13.- ¿Usted ha plantado Sabinos dentro o rodeando su parcela? Sí () y ¿semilla, plántula, árbol pequeño)? _____ ¿De dónde la trajo? _____ No ()
- 13.1.- ¿Cómo eligió (la plántula, las semilla)? _____
- 13.2.- ¿Por qué decidió plantarlos? _____
- 14.- ¿Antes se plantaba? _____
- 15.- Cuando el Sabino crece solo en las parcelas, ¿qué hacen con ellos (los cortan, los dejan crecer (toleran), los fomentan, los protegen)? _____
- 17.1.- ¿Por qué lo (tolera, lo corta, lo fomenta, lo protege)? _____
- 16.- ¿Tiene sabino rodeando la parcela? Sí () ¿por qué esos no lo tiró? _____ No ()
- 17.- ¿Qué características debe tener el sabino para dejarlo crecer? ¿Cómo elige cuál dejar rodeando las parcelas o dentro de ellas? _____
- 18.- ¿Le hace alguna labor al sabino? (poda, riego, encalado, abono, prevención de plagas, protección contra el fuego, etc.)? Sí () ¿Cuál? _____ ¿Por qué? _____ No ()
- 19.- ¿Qué hace con los hijos (renuevos) del sabino que comienzan a crecer dentro o rodeando la parcela? Dentro: _____
Rodenado: _____
- 20.- ¿Por qué? _____
- 21.- ¿En su parcela hay más sabinos adentro () o rodeando ()? ¿Por qué? _____
- 22.- ¿Antes había más árboles dentro de la parcela o siempre se han mantenido unos poco adentro y más en las orillas? _____
- 23.- Cuando no tenían tantas máquinas o trabajaban con yunta ¿había más árboles en la parcela? Sí () No () ¿Por qué? _____

Reconocimiento de ecológicos y biológicos respecto al sabino.

- 24.- ¿Antes había más, menos o a variado a lo largo del tiempo la cantidad de sabinos? _____
- 25.- ¿A qué cree que se deba? _____
- 26.- Actualmente ¿hay regiones dentro del Rosario dónde haya más sabinos? Sí () ¿Dónde? _____ No ()
- 27.- ¿Hay terrenos en que desarrolle mejor el sabino? _____
- 28.- ¿Es diferente el sabino que crece en el monte? Sí () ¿Por qué? ¿Cómo es el del monte? _____ No ()

29.- ¿En qué partes (altura) del monte deja de crecer el sabino? _____

30.- ¿Qué beneficios les da el sabino cuándo se encuentra dentro o rodeando las parcelas? _____

30.1.- Por ejemplo: ¿la tierra es más productiva o más fértil? ¿Hay más humedad? ¿Llama a la lluvia? ¿Retiene la tierra? _____

31.- ¿Qué desventaja trae tenerlo dentro o rodeando las parcelas? _____

31.1.- ¿Desde cuándo? _____

32.- ¿Usted considera que el sabino es acompañante del maguey? Sí () ¿Por qué? _____

No ()

33.- ¿Qué otras plantas (árboles, arbustos, hiervas, etc.) acompañan, crecen o siembran alrededor o arriba del sabino:

No.	Solo crece con el sabino o que siempre lo acompañe		Que siembren al lado del sabino		Qué crezca arriba del sabino		Que se enrede en el sabino		Qué crezca debajo del sabino		Plantas que tarden en crecer o no crezcan	
	Foto:	Colecta	F:	C:	F:	C:	F:	C:	F:	C:	F:	C:
1												
2												
3												
4												

34.- ¿Cuándo saca bellota (cono) el sabino? _____

35.- ¿Los animales se comen sus bellotas? Sí () ¿Qué animales? _____

No ()

36.- ¿Qué otros animales (usan) viven o vienen a visitar al sabino?

	Animales silvestres	Interacción (comen bellotas, perchan, viven, etc.)	Animales domésticos	Interacción (comen bellotas, perchan, viven, etc.)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

*Animales aves

- 37.- ¿Tiene plagas el sabino? Sí () ¿Cuáles? _____ No ()
 37.1.- ¿Hacen algo para combatir las? _____
- 38.- ¿Qué le sucede al sabino en las heladas? _____
- 39.- ¿Qué le pasa al sabino con las quemas? _____
- 40.- ¿El sabino se comercializa? _____
- 41.- Y antes, ¿usted recuerda que se vendiera? _____
- 42.- ¿Llevan a cabo alguna práctica o existe alguna regla que regule la tala o el aprovechamiento del sabino? _____
- 43.- ¿Hay sabinos en las parcelas que cultiva? _____

Parcela	Está lejos o cerca del monte	En qué parte están los sabinos*	Abundancia percibida: ¿cuántos, muchos, pocos?	Rota cultivos en esta parcela	Qué cultiva generalmente aquí	¿Utiliza insumos orgánicos para la siembra?	¿Utiliza químicos? Si () No () ¿Cuáles?	¿Utiliza máquina? Sí () No () ¿Cuáles?

*¿En qué parte están los Sabinos (en la barranca, en las orillas, en las zanjas, dentro de las parcelas)?

