

Conocimiento tradicional y academia: productores de maguey y mezcal de pequeña escala en las regiones Norte y Centro de Guerrero, México

Traditional Knowledge and Academy: Small Scale Maguey and Mezcal Farmers in the Northern and Central regions of Guerrero, Mexico

*Guillermina Barrientos-Rivera^I, Elías Hernández-Castro^{II},
Ma. Laura Sampedro-Rosas^{III} y Héctor Ramón Segura-Pacheco^{IV}*

Resumen

El objetivo de la investigación de la que se deriva este artículo fue documentar el conocimiento tradicional de los productores de maguey y mezcal del estado de Guerrero en México: sus prácticas agronómicas, los aspectos ecológicos imbricados en éstas, así como sus usos, costumbres, tradiciones y las alternativas que han instrumentado para rescatar y preservar el conocimiento tradicional; ello con el fin de explorar posibilidades de articulación con los aportes de la investigación científica. El estudio se realizó en la región Centro (cinco localidades de dos municipios) y Norte (tres localidades de dos municipios) del estado de Guerrero entre enero de 2017 y marzo de 2018. Se hicieron entrevistas semiestructuradas a informantes clave (productores de maguey-mezcal), así como recorridos de campo y observación participante. Si bien el maguey es esencial en la economía de muchas familias rurales de estas regiones para la elaboración de mezcal, la actividad agavamezcalera se encuentra amenazada debido a las condiciones ambientales desfavorables y la sobreexplotación de las otrora abundantes plantas silvestres, por lo que los productores participantes

^I Candidata a Doctora en Ciencias Ambientales por la Universidad Autónoma de Guerrero, México. Líneas de interés: manejo integrado de los recursos naturales. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4499-5989>. Correo electrónico: guimagic.16@gmail.com

^{II} Doctorado en Ciencias de Agroecosistemas Tropicales por el Colegio de Postgraduados, Veracruz, México. Profesor-investigador en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero, México. Líneas de interés: sistemas de producción agropecuaria y la gestión de los recursos naturales. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6573-6236>. Correo electrónico: ehernandez@uagro.mx

^{III} Doctorado en Ciencias por la Universidad de Paris XI, Francia. Profesora-investigadora en el Centro de Ciencias de Desarrollo Regional de la Universidad Autónoma de Guerrero, México. Líneas de interés: saberes ambientales y educación para el desarrollo sustentable. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3780-6898>. Correo electrónico: laura_1953@live.com.mx

^{IV} Autor de correspondencia. Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable por El Colegio de la Frontera Sur, México. Profesor-investigador en la Unidad de Estudios de Posgrado e Investigación de la Universidad Autónoma de Guerrero, México. Líneas de Investigación: sistemas de producción agropecuaria y la gestión de los recursos naturales. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6232-9819>. Correo electrónico: hsegurapa@gmail.com

en el estudio consideraron fundamental el desarrollo de actividades conservacionistas del agave entre sus familias para así integrarlas a la dinámica de producción y conservación, no sólo de las plantas, sino de los conocimientos y valores comunitarios que permiten mantener viva la tradición milenaria de producir maguey y mezcal; ámbito donde la comunidad científica puede desempeñar un papel notable en apoyo de este esfuerzo.

Palabras clave: *Agave angustifolia*; *Agave cupreata*; percepción campesina; conocimiento tradicional; mezcal;

Abstract

The objective of the research from which this article is derived was to document the traditional knowledge of maguey and mezcal producers in the state of Guerrero, Mexico: their agricultural practices, the ecological practices involved in the latter, and traditions and customs and their alternatives they have implemented to recover traditional knowledge, to explore the possibilities of combining them with contributions from scientific research. The research was carried out in the Centro (five locations with two municipalities) and Norte (three locations, two municipalities) regions of the state of Guerrero, from January 2017 to March 2018. Semi structured interviews were administered to key informants (agave-mezcal farmers), and field walks and participant observation were conducted. Although maguey cultivation and mezcal production are essential to the economy of many rural families in these regions, these activities are under threat due to unfavorable environmental conditions and overexploitation of the once abundant wild agave plants. The respondents considered it crucial to implement practices to conserve agave plants, involving their families into this dynamic, and to preserve their knowledge and community values to maintain the age-old tradition of maguey-mezcal production. The scientific community could play a key role in this effort.

Key words: *Agave angustifolia*; *Agave cupreata*; farmers' perception; traditional knowledge; mezcal;

Introducción

Cada uno de los estados que integra la República Mexicana cuenta con recursos o productos que les confieren una ventaja competitiva. Un ejemplo de éstos es el maguey y el mezcal. Guerrero es el segundo principal productor de mezcal en México, el cual es elaborado en más de 80 localidades

ubicadas en 18 municipios de las regiones Centro, Norte, Costa Grande, Tierra Caliente y Montaña (Salas y Hernández, 2015), donde el conocimiento tradicional de los productores respecto al uso sostenible de los recursos naturales es fundamental para su práctica productiva.

El agave es la materia prima utilizada para la elaboración de tequila, comiteco, bacanora y raicilla, que son mezcales distinguidos por una denominación diferente en México y que responden a la diversidad de características biofísicas de cada territorio y al manejo de cada etapa del proceso de elaboración de esas bebidas, muy apreciadas en el mercado regional, nacional e internacional (Carrillo, 2007). En México se reconocen al menos 74 especies de agave a las que se da algún uso para la alimentación humana, para la preparación de bebidas fermentadas y destiladas, además de como fibra y forraje, entre otros usos (Zizumbo-Villarreal *et al.*, 2013).

La percepción es un proceso histórico-social influido por las experiencias, valores, creencias, roles y expectativas de los actores sociales en un contexto cultural con reglas sociales imperantes (Gurung, 2003) que permiten la generación de conocimientos. Un ejemplo de este tipo de conocimiento es el derivado de la experiencia campesina en el manejo de magueyes mezcaleros para su conservación *in situ* (Illsley *et al.*, 2005) y la preocupación por darles valor agregado y diversificar su uso más allá de la producción de mezcal (Plascencia y Peralta, 2018).

Los principales problemas de la producción del mezcal en Guerrero son la poca organización de los productores locales, la mala planeación para el cultivo y venta del maguey, la falta de capacitación de los productores, la poca celeridad en los procesos de elaboración de mezcal, la carencia de cultura empresarial¹, el poco interés gubernamental para impulsar a este sector y la escasa investigación para, entre otros propósitos, buscar alternativas de diversificación de usos para que el maguey no sólo sea fuente para la producción de mezcal. Esto último obedece parcialmente a la ignorancia de muchos científicos sobre el conocimiento y prácticas tradicionales de los campesinos, así como sobre su contexto socioeconómico y cultural (Chambers, 1983; Liebig *et al.*, 2016), por lo que, en busca de una agricultura sustentable, es conveniente lograr la comprensión de las percepciones, objetivos y prácticas de los productores y construir puentes entre ambos sectores (Segura *et al.*, 2004).

De aquí que surja la necesidad de interacción del conocimiento tradicional y el conocimiento científico para preservar una actividad (producción de agave y de mezcal) que se encuentra en alto riesgo dado los acelerados procesos de transculturación y globalización actuales. De acuerdo con Wilken (1987), la transferencia de una generación a otra del conocimiento basado

¹ Por “carencia de cultura empresarial” nos referimos a que: a) los productores no llevan un registro de cuánto invierten y cuánto obtienen en todos los procesos que conlleva el maguey-mezcal, desde que se siembra hasta la botella, y b) los productores dependen en su totalidad de los acopiadores porque, al no registrar su producto ante el Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. (COMERCAM), no pueden exportar y por ende el precio al que venden su mezcal es muy bajo.

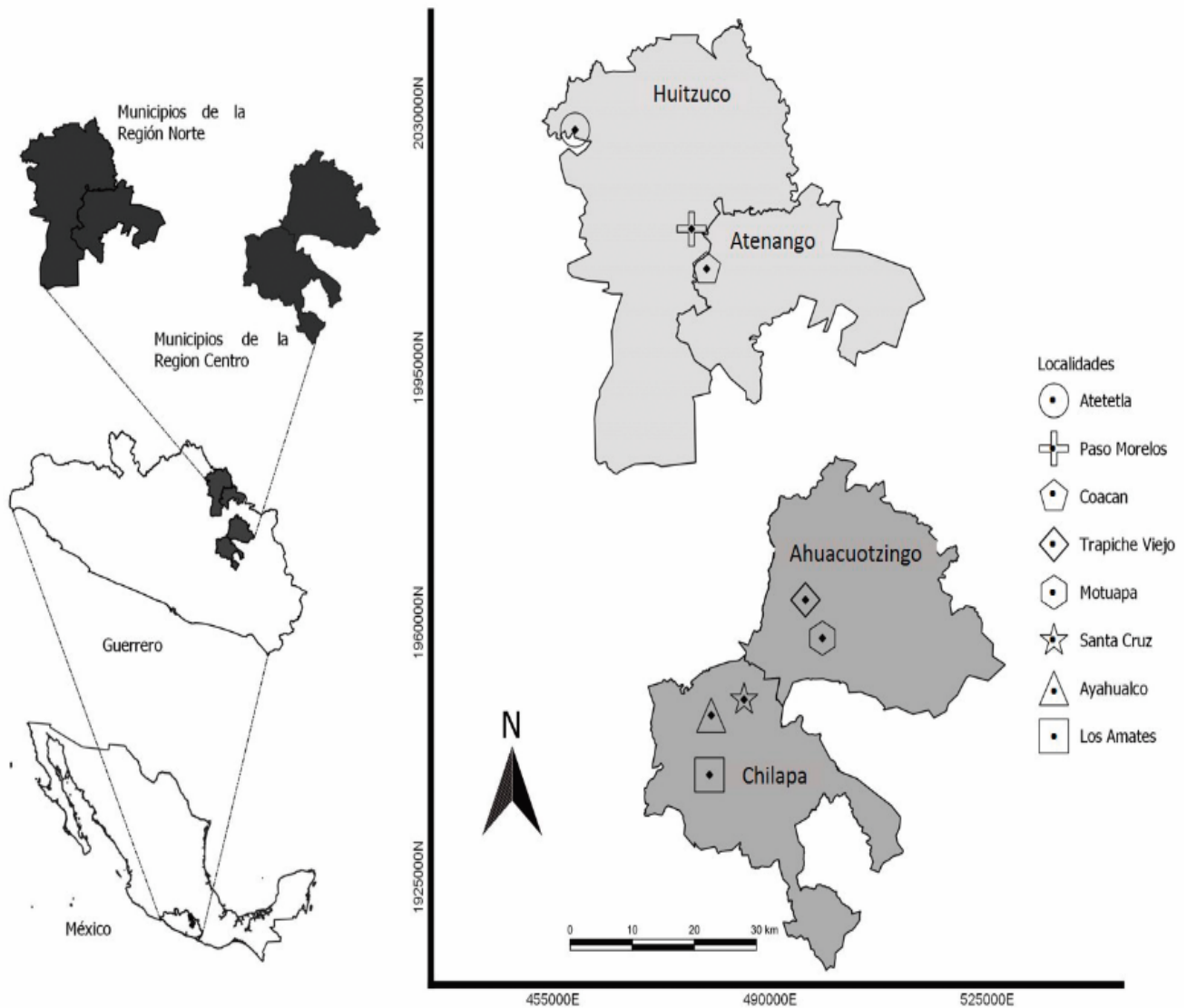
en la experiencia es la esencia del término “tradicional”. Los sistemas agrícolas tradicionales dependen básicamente del conocimiento empírico local, mientras que los sistemas modernos tienen a su disposición mucha información altamente visible. Es por ello que nos propusimos abordar las siguientes preguntas de investigación: ¿existe disposición e interés entre los productores de maguey y mezcal en potenciar la importancia regional y local de este recurso sumando esfuerzos con la academia?, ¿el conocimiento tradicional que tienen los productores de maguey y mezcal les permitirá que sus prácticas persistan en generaciones futuras?, y ¿podría ser el maguey un factor importante para mitigar la problemática socioambiental, cultural y familiar de los productores? A partir de ellas, se generó la siguiente hipótesis: la interacción entre el conocimiento tradicional de los productores y el aportado por los académicos permitirá a los primeros atenuar la problemática de producción y manejo del maguey.

El objetivo de este estudio es explorar las posibilidades de interacción entre el conocimiento tradicional de los productores de maguey y mezcal y el conocimiento y aportaciones hechos por la comunidad científica para resolver los principales problemas que se presentan en el manejo de estas plantas y la producción de la mencionada bebida. Ambos tipos de conocimiento se revisan en términos de la importancia socioeconómica y ambiental del maguey en la vida de las comunidades, sus prácticas agronómicas, aspectos ecológicos de las mismas, frecuencia de plagas y enfermedades, así como los usos, costumbres, problemas y alternativas existentes alrededor de la producción de maguey y del mezcal en las localidades y regiones estudiadas.

Métodos

El área de estudio se ubica en las regiones Centro y Norte de Guerrero. Comprendió las localidades de Motuapa, Trapiche Viejo (municipio de Ahuacuotzingo), Los Amates, Santa Cruz, Ayahualco (Chilapa de Álvarez), Atetetla, Paso Morelos (Huitzuco de los Figueroa) y Coacán (Atenango del Río) (Figura 1).

Figura 1. Regiones, municipios y localidades de estudio



Fuente: elaboración propia.

Todos los entrevistados de las localidades participantes se autoidentifican como hablantes de náhuatl y español. Algunos de los rasgos que caracterizan a dichas comunidades se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Aspectos sociodemográficos de las localidades y municipios participantes

Localidad	Municipio	Grado de marginación ^a	Población total ^b	Migración ^c	Remesas ^d	Productores de mezcal ^e	Producción de mezcal 1/año ^f
Atetetla	Huitzucó	Alto	699	8.27 %	95.486	6	351 900
Paso Morelos		Alto	1 111			15	
Coacán	Atenango	Alto	145	11.02 %	0.237	20	70 240
Los Amates	Chilapa	Muy alto	682	40.92 %	132.596	3	525 000
Santa Cruz		Muy alto	603			5	
Ayahualco		Alto	545			1	
Motuapa	Ahuacuotzingo	Alto	49	19.57 %	1.560	3	324 500
Trapiche Viejo		Alto	463			5	

Nota: Las cantidades se refieren a millones de dólares. La mayoría de los productores de mezcal no están registrados en el Consejo Estatal del Maguey Mezcal de Guerrero (CEMEZCAL), es decir, no están regulados, y las cifras de producción de mezcal son muy variables ya que dependen de las condiciones biofísicas de cada región.

Fuente: ^aCONAPO (2010); ^bCONAPO (2010); ^cINEGI (2000); ^dBanxico (2019); ^eCEMEZCAL (2019); ^fSIAP (2018).

Durante el periodo enero de 2017 a marzo de 2018, se visitaron 20 parcelas de agave y 12 fábricas de mezcal en las localidades participantes en el estudio, con el propósito de documentar las prácticas productivas, el conocimiento ecológico y agronómico tradicional de los productores, intercambiar opiniones con ellos sobre los problemas que enfrentan, así como de sus expectativas y alternativas ante éstos. La información recabada se obtuvo mediante observación participante, aprovechando cada momento con los productores y los maestros mezcaleros (Mayan, 2001). También se aplicaron entrevistas semiestructuradas (Canales, 2006) a 13 informantes clave mayores de edad en las ocho localidades de estudio mediante una serie de preguntas abiertas, a las cuales los entrevistados podían responder libremente (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014). Las personas entrevistadas fueron identificadas por referencia de sus pares y a partir de su participación y colaboración como productores de maguey y mezcal.

Las entrevistas fueron registradas en audio grabadora para posteriormente realizar la transcripción en un procesador de textos para su análisis. La información obtenida se analizó con enfoque cualitativo, a través de un modelo sistemático de recolección y análisis de datos. Se utilizó el software ATLAS.ti 8 para codificar los acontecimientos significativos para los entrevistados (Strauss y Corbin, 2002), para la citación de texto, crear memos y elaborar redes conceptuales para facilitar la comprensión de los hallazgos obtenidos en la investigación (San Martín, 2014; Quecedo y Castaño, 2002). Además, se realizó un intercambio de conocimiento entre la academia y los productores de mezcal, por medio de recorridos de campo, comunicación directa entre los aca-

démicos (especialistas en diferentes áreas) y productores, así como dos talleres organizados por la organización Sanzekan Tinemi donde participaron productores de la región Norte y Centro, académicos² y algunos miembros del Consejo Regulador del Mezcal. Lo anterior con la finalidad de enriquecer, compartir, mantener y/o intercambiar ideas respecto a las prácticas de manejo tradicional del maguey. En este acercamiento con los productores se formularon preguntas en relación con la percepción de los entrevistados sobre la posible extracción excesiva de ejemplares silvestres, así como sobre medidas empleadas, en su caso, para conservar las especies presentes. Las expresiones que aparecen en cursivas en el apartado de resultados y discusión (con excepción de los nombres científicos) son transcripciones *verbatim* de afirmaciones hechas por los informantes clave, en respuesta a preguntas formuladas directamente a ellos durante las entrevistas.

Resultados y discusión

Importancia regional y local del agave y el mezcal

El agave ha tenido una gran importancia económica y cultural para numerosos pueblos indígenas y mestizos de Mesoamérica, pues se trata de un género de plantas que se han utilizado durante siglos por los distintos beneficios y productos que otorgan a la sociedad y al ecosistema (García-Mendoza, 2007). Más que una fuente de sustento, los agaves son utilizados en la construcción de viviendas, cordelería, utensilios, textiles, producción de papel, combustible, ornato, en la medicina y como alimento (Castro-Díaz y Guerrero-Beltrán, 2013; Pérez *et al.*, 2016 y Colunga-García Marín *et al.*, 2007a).

Los agaves sirven también como hábitat de fauna y, desde muchos años antes de la Conquista española, los pobladores mesoamericanos plantaban agave para delimitar sus terrenos, disminuir la velocidad de la escorrentía y evitar la erosión aluvial (Zizumbo-Villarreal *et al.*, 2013). La noción que tienen los productores de que “los magueyes detienen el suelo” es un factor importante que determina la productividad y sostenibilidad agrícola de las áreas de ladera (Pérez *et al.*, 2017). “Las plantas de agave, además, funcionan como cercas y también en ambas regiones se usan como barreras vivas para evitar la entrada de ganado a los cultivos”.

A pesar de la diversidad de usos, en Guerrero el principal de ellos es la producción de mezcal, que es una bebida alcohólica que se obtiene de la fermentación y destilación de los azúcares reductores (agavinas) de aproximadamente 17 especies diferentes de maguey; entre éstas, en el estado de Guerrero, se encuentran registradas *Agave angustifolia* y *Agave cupreata*, cuyo proceso de elaboración ha adquirido Denominación de Origen Mezcal (DOM), la cual reconoce la identidad

² Académicos del Colegio de Posgraduados (COLPOS) campus San Luis Potosí, la Universidad Autónoma de Guerrero y la Universidad Autónoma de Zacatecas.

y calidad de dicho producto frente al mercado nacional e internacional. Los productores mencionan lo siguiente sobre el proceso productivo:

El maguey se siembra, cosecha, cuece, muele y se destila a medias [es decir, que comparten el trabajo entre los mezcaleros de la comunidad y finalmente lo que se obtiene se distribuye en partes iguales] por dos razones: 1) casi no hay maguey y 2) es una forma de ayudarnos entre todos en la comunidad.

Las enseñanzas de la elaboración de mezcal se deben conservar. Para asegurar la continuidad de la reproducción social y material de las condiciones de vida, es necesaria la reproducción de los valores y las creencias compartidas de manera colectiva. El maguey es, sin duda, un eje rector de la cohesión social a nivel local; es decir, es un recurso natural que permite conservar las alianzas y sociabilidades basadas en la ayuda mutua entre los maestros mezcaleros, los productores de maguey y los pobladores en general, apoyándose en lo que llaman *trabajo a medias*. Además, el maguey y el mezcal son recursos de importancia para toda la comunidad ya que socioculturalmente está presente en los actos religiosos y de nacimiento y muerte.

Sin embargo, para las nuevas generaciones, la práctica de cultivar maguey y producir mezcal “es mucho trabajo”. Aun así, las personas mayores insisten a los jóvenes a que aprendan el oficio y no se diluya el conocimiento de los procesos de elaboración de mezcal. Los mayores sostienen que:

...el maíz es para comer y el mezcal es para sostener a la familia [por lo que la preocupación central se refiere a que] los hombres jóvenes salen a trabajar fuera, pero las mujeres no; [en ese sentido,] a los jóvenes les conviene trabajar en el maguey para estar con su familia.

El maguey tiene relación con el maíz y con una serie de actividades combinadas. Por lo general, el cultivo de maíz es *obligatorio* para el autoabasto, hacer las tortillas y otras preparaciones que complementan la comida de todos los días en los hogares campesinos. Durante el periodo de estiaje se colectan materias primas como maguey y, tal como recuerda Don Faustino que decía su abuelo: “hay trabajo suficiente para no migrar”. Sin duda, es con la venta de mezcal y las remesas producto de la migración, que los habitantes de las localidades en el área de estudio se insertan en la economía de mercado, lo cual se aúna a la compra de agroquímicos para cultivar la milpa e incluso el maguey, y la venta de planta a los tequileros. Es decir, estas localidades rurales tienen vínculos con la economía de mercado, lo que posiblemente ha degradado la organización comunitaria y sus formas precapitalistas o de economía moral.

La migración representa una sangría para las localidades de origen, pues en ellas ya no hay quien reemplace en las labores del campo a los adultos mayores o a aquellos que enferman y dejan de trabajar. Además, no todos los que migran regresan, ni cuando lo hacen, se incorporan a las actividades agrícolas (Solís, 2018). Don Sixto, maestro mezcalero, refiere al respecto que conservar los magueyes “es una oportunidad a partir de un recurso natural que tenemos en nuestras tierras”. Cabe señalar que, debido a la existencia de este recurso y a los ingresos que se obtienen a partir de la producción de mezcal, los entrevistados señalan que la migración ha disminuido en esta región.

Algunos productores dijeron estar conscientes de la importancia y los beneficios obtenidos por la elaboración de mezcal; actividad que están fomentando entre sus hijos y esposas, al integrarlos a la dinámica de la producción: desde la siembra y los cuidados del maguey, hasta el destilado, envasado y comercialización del mezcal. Otros productores no involucran a sus familias en estos quehaceres debido a que prefieren que las mujeres les apoyen con proporcionar alimentos a los trabajadores que emplean en el labrado (jimar la planta de maguey para obtener el tallo), la molienda (cortar en fragmentos pequeños el tallo ya cocido para elaborar el mezcal) y la cocción (hidrolizar los tallos del maguey) de mezcal.

En todas las comunidades estudiadas se involucra a los hijos varones en la actividad. La mayoría de la población económicamente activa en la zona de estudio son campesinos temporales, y si bien algunos productores que han migrado temporalmente explican que antes de hacerlo, su actividad principal era la producción de maíz, calabaza, frijol, chile, jitomate y cacahuete para los mercados locales, destaca que a su regreso lo principal es la producción de mezcal, actividad que califican de ser *mucho trabajo y complicado*, pero cuyos ingresos tras la venta lo compensan, lo que no sucede con la producción tradicional de maíz y frijol.

Este cambio podría deberse a que, durante su estancia en Estados Unidos (destino de la mayoría de los que dijeron haber migrado), los entrevistados señalaron haber tenido empleos que los pusieron en contacto con mejores niveles salariales y haberse acostumbrado a trabajos y actividades dinámicas, donde el trabajo y el pago de salarios tenían un ciclo más corto que el establecido en la actividad campesina tradicional. De acuerdo con Ríos y Kumar (2012), en algunas ocasiones, la migración puede generar cambios socioculturales y productivos que impactan en el desarrollo local de su comunidad; sin embargo, resulta indispensable vincular los nuevos conocimientos, habilidades y cambios de visión, con oportunidades relacionadas al desarrollo comunitario productivo para gestar una estrategia de desarrollo comunitario sustentable.

Prácticas agronómicas y ecológicas

Durante mucho tiempo, las poblaciones mesoamericanas han producido sus alimentos en un sistema de cultivo múltiple llamado milpa (derivado de la lengua náhuatl), basado principalmente en maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y diversas calabazas (*Cucurbita* spp.). Actualmente, en las dos regiones de estudio, además de los cultivos anteriores, también se siembra chile, jitomate y maguey. Sin embargo, la milpa es una práctica que se ve cada vez menos, “pues si se siembra otro cultivo entre el maguey, no se pueden limpiar las hierbas y le quitan fuerza”. Además, se señala que si bien “antes se sembraba maíz, ahora sembramos maguey porque el fertilizante y el gasto para los peones sale más caro y al maguey no se le aplica nada; por eso conviene”.

La producción de agaves en monocultivo también ha ocasionado erosión del suelo (Zizumbo-Villareal *et al.*, 2013). Si bien el caso de *A. angustifolia*, puede asociarse favorablemente con maíz y frijol, también puede establecerse como monocultivo. Sin embargo, ésta no es la mejor alternativa que señalaron los entrevistados, ya que reducen las prácticas tradicionales de conservación del suelo y de preservación de los recursos naturales (Bautista y Smit, 2012). En ambas regiones de estudio para cultivar maguey en el piedemonte se utiliza la técnica de “roza, tumba y quema”.

Es necesario preparar el terreno para cultivar maguey. Consiste en desmontar el terreno para que el maguey tenga espacio para producirse, lo cual implica cortar la cubatera³ para sembrar maguey, pues es una planta que no se da bien en la sombra y tampoco sale dulce.

Si bien el cultivo en milpa permitía que el ecosistema conservara su aspecto forestal gracias al periodo de regeneración, los problemas se acentúan cuando los ecosistemas tienen una baja resiliencia, que es la capacidad de un ecosistema para mantener sus funciones y procesos ante las adversidades naturales o antrópicas (Guerra-Martínez y García-Romero, 2017). En ambas regiones los entrevistados mencionaron que muchos de los pobladores migran y hay parcelas abandonadas porque “los suelos no tienen nutrientes, no producen y no hay dinero para el fertilizante”, así como que “el trabajo del maguey es muy importante, incluso más importante que el maíz porque no le tienes que aplicar químicos; y producir maíz, frijol o calabaza necesita muchos químicos y dinero para producir”

Sería de interés establecer, en las zonas de estudio, parcelas de comparación de maguey en monocultivo frente a la milpa tradicional asociada con maguey y evaluar aspectos como el rendimiento, fitosanidad y biodiversidad asociada, entre otros. Cabe decir que las plantas de maguey son apropiadas para las zonas rurales de Guerrero donde imperan la pobreza y marginación. Además, se trata de plantas CAM (metabolismo ácido de las crasuláceas) que les permite resistir y proliferar en zonas áridas y semiáridas (Niechayev *et al.*, 2018). Son también plantas resilien-

³ Es una porción de terreno donde la especie vegetal predominante es *Acacia cochliacantha*.

tes que no requieren la ejecución de prácticas tales como introducir maquinaria agrícola, yunta e implementos para roturar la tierra, o agua de riego (Rodríguez *et al.*, 2007). La inversión que los productores deben realizar es muy baja, reduciéndose prácticamente al uso de herramientas manuales para la eliminación de arvenses.

Entre menos agua tenga mejor, dan más azúcares y para cultivar maguey no tienes que barbechar, con la barretilla es suficiente. El único quehacer es mantener el terreno limpio (libre de arvenses); así, el maguey florea más rápido y la piña crece más, por tanto, se aprovecha más materia prima para el mezcal.

Tales condiciones, la roza-tumba-quema y el cultivo extensivo de maguey, son dos facetas de un mismo proceso: la degradación de los ecosistemas, que se observa más claramente en la región Norte. Si bien también se lleva a cabo en la región Centro, algunos productores mencionaron que el reglamento de la Asociación de Magueyeros y Mezcaleros (AMMCHI), agrupados en la marca Sanzekan a la que están afiliados, indica que:

No deben tumbarse árboles para sembrar maguey, sólo deben aprovechar las parcelas infértiles o abandonadas; así como cuidar la producción de la materia prima, lo cual implica el cuidado no sólo del maguey, sino también del agua y de la leña.

Sanzekan Tinemi, anteriormente denominado organización campesina de Sociedad de Solidaridad Social (SSS), surge con el proyecto integral del maguey y mezcal del Chilapan en el que participan mezcaleros y magueyeros de 30 comunidades de los municipios Ahuacutzingo, Chilapa, Zitlala y Mártir de Cuilapan, y representantes de la cadena maguey mezcal (viveristas, reforestadores, dueños de maguey, labradores, maestros mezcaleros, envasadores y comercializadores) impulsados por el Grupo de Estudios Ambientales (GEA)⁴. Dicho proyecto planteó un modelo alternativo del manejo campesino del *A. cupreata* con el cual se buscó conservar este maguey de alta demanda como materia prima para la elaboración de mezcal (Illsley *et al.*, 2005). Para ello, fue necesaria la colaboración con instituciones académicas y de investigación a nivel local, nacional e internacional. Así se conformó la AMMCHI y se fortaleció la marca Sanzekan que promueve la producción y venta de maguey y mezcal, a través del diálogo de saberes técnico-campesinos que permiten establecer prácticas de manejo y planeación sustentable del territorio.

⁴ GEA, asociación civil fundada en 1977, la integran profesionales que trabajan en pro del desarrollo regional sustentable. GEA y Sanzekan han trabajado en conjunto sobre el rescate de semillas criollas, abonos orgánicos, conservación de suelo y agua, y maguey-mezcal. GEA no tuvo injerencia en la presente investigación.

La conformación de Sanzekan es un claro ejemplo de la interacción entre academia, comunidades y organizaciones no gubernamentales para encaminar a las comunidades a planear y ordenar sus territorios por medio de sus formas internas de gobernabilidad y comunalidad, enfocar la importancia de desarrollar capital humano (capacidades de las personas), capital social (relaciones y redes, entre otros, que permitan facilitar la gobernabilidad y amplíen el acceso a servicios básicos) y mantener y valorar el acervo del capital natural (recursos naturales), fortaleciendo la cultura y la economía en el territorio (Bernal-Mendoza *et al.*, 2010).

Cabe señalar que el establecimiento de ranchos ganaderos en los valles fértiles propicia el desplazamiento de las poblaciones humanas, ya que el ganado ocasiona daños a la producción agrícola y se incorpora el cultivo de agave como cercos vivos para evitar que el ganado camine entre las milpas. La usurpación al derecho de pastoreo ha sido motivo de discordia para muchos productores, pues no se aplican regulaciones al respecto, problemática que señalan los entrevistados de la localidad Trapiche.

A los suelos poco fértiles se les suplementa con la “basura (residuos orgánicos) que sale de la casa, los residuos de las cosechas como la cañuela (tallo seco) de maíz y de sorgo u algún otro cultivo”. Además, los residuos del procesamiento en la elaboración del mezcal (el bagazo del maguey) se utilizan como fertilizantes orgánicos para revertir la disminución de la fertilidad del suelo (Gobeille *et al.*, 2006). En Atetetla, se mezcla estiércol de bovino “con tierra de campo” (materia orgánica en proceso de humificación) y bagazo de maguey para los almácigos del vivero y sólo en esta localidad llevan a cabo la práctica de aportar nutrimentos; también plantan los magueyes a “tresbolillo”, lo cual es adecuado para minimizar las pérdidas de suelo y aprovechar la precipitación pluvial al máximo (Cotler, 2007).

Desafortunadamente, la producción es afectada por la extracción excesiva de ejemplares silvestres y la falta de conocimiento que se detectó entre varios de los entrevistados sobre prácticas de conservación de las especies presentes. Es preocupante que existan aún hoy comunidades que cultivan y colectan poblaciones silvestres y especies nativas de maguey para elaborar mezcal artesanal (Ángeles, 2010); ante tal circunstancia, se hace patente la necesidad de que la academia contribuya en la planeación de estrategias para el aprovechamiento y conservación de las poblaciones de agave.

En ambas regiones hubo entrevistados que señalaron que “cuando se empezó a trabajar con el cultivo de maguey, las plantas y las semillas se trajeron del monte, era agave silvestre”. Actualmente se sigue promoviendo la extracción desmedida de especies silvestres; a excepción de Los Amates, en el resto de las comunidades se dejan florecer algunas plantas para que produzcan semilla y “mismo en las faldas del cerro [piedemonte] se riega [se esparce] la semilla para que

germine al natural, como antes”. En otras regiones, el agave pasó de ser “agave silvestre”, a una domesticación no intensiva, y de ahí, a la intensificación por monocultivo (Plascencia y Peralta, 2018). Sumado a esto, para la mayoría de los productores en el área de estudio:

Sólo se cultiva con hijuelos porque así se tiene maguey más rápido. Las plantas silvestres tardan más tiempo en madurar (8-10 años), en cambio, si siembras los hijos que van saliendo de la parcela, le pones agua y se mantiene el terreno limpio, acortas su maduración a 5-8 años. Además, el hijuelo se aprovecha porque está más a la mano y es menos trabajo.

Una de las razones por las que *A. angustifolia*, variedad local “espadín”, es preferido para reproducir por hijuelo en toda el área de estudio, es porque tiene un ciclo más corto de maduración y, a la vez, genera hijuelos; a diferencia de *A. cupreata*, que sólo se reproduce sexualmente (por semilla). Sin embargo, de acuerdo con Aguirre-Dugua y Eguiarte (2013), esta especie no está erosionada genéticamente. Consecuentemente, del agave espadín se obtienen plántulas en menor tiempo, a diferencia del *A. angustifolia* variedad local “sacatoro”, que *es un maguey silvestre, con piña pequeña pero más dulce*. Cabe señalar que, durante las últimas décadas, el boom del mezcal (Torres *et al.*, 2015) ha generado una alta demanda de materia prima que conduce a un uso desmedido de hijuelos para los cultivos en parcela y a consumir insumos más caros.

En Guerrero, hace aproximadamente dos décadas que se acrecentó la demanda de materia prima y se dieron cambios en la producción agavera para satisfacerla. Se prevé que, en cinco u ocho años, esta práctica ocasionará una sobreproducción y una baja en los precios; por lo que, en un futuro, los costos de mano de obra serán más altos que el precio del agave, lo cual generará un próximo evento de escasez (Bowen, 2015). Lo que se busca entonces, es reducir el espacio y acelerar el tiempo de producción para de los ciclos de sobreproducción y escasez de la materia prima para la producción de mezcal. Hoy en día, hay una mejor respuesta a las condiciones del mercado y se tiene claro que cuando falla la oferta y la demanda es grande, los productores se motivan a sembrar, “pues hubo un tiempo que el maguey se puso de moda, los jóvenes se dedicaron a cortar y nadie tuvo la noción de sembrar”.

Don Fernando (maestro mezcalero) señala que “hace años, había otro tipo de magueyes, pero se van perdiendo, a lo mejor porque no se cuida la semilla”. Surge la necesidad de evaluar si los cambios de uso de suelo que generan microclimas con condiciones específicas, dan lugar a estas consecuencias. Por ejemplo, los productores de Atenango del Río mencionan que “en la localidad Coacán había mucho maguey ancho (*A. cupreata*) pero ya se perdió porque a este agave ya no le gusta el clima”.

Debido al crecimiento acelerado de la demanda y del consumo de mezcal, se están afectando especies que anteriormente no se utilizaban para este fin. Tal es el caso de *Agave megalodonta* García-Mend. & D. Sandoval, una especie nueva para la ciencia y endémica de la cuenca alta del río Balsas (Guerrero, Oaxaca y Puebla). Esta especie presenta una distribución restringida a la subcuenca del río Tlapaneco y, a pesar de que acaba de ser clasificada por la ciencia, ya está catalogada como especie amenazada (A) (SEMARNAT, 2010) (García-Mendoza *et al.*, 2019).

En la región Norte se describen situaciones interesantes respecto a lo anterior. Un entrevistado señaló: “empezaré (2018) a poner almácigos de maguey para sembrar, porque ya no hay maguey en el monte”. Otro mencionó que:

Además, los de Jalisco llegan a comprar maguey porque no tienen suficiente y compran los hijuelos, se pagan a tres pesos y la piña a ocho o diez pesos por kilo. Conviene porque se llevan las piñas como estén, maduras o verdes, las maduras las usan para mezcal y las verdes para hacer mieles”.

Esta práctica solo se mencionó en la región Norte, donde prevalecen condiciones semiáridas con precipitación pluvial de aproximadamente 500 mm anuales. Ahí, el agua es escasa y la población rural vive en situación de pobreza extrema, obligando a los jóvenes a emigrar a las ciudades más cercanas o a Estados Unidos. La crisis ambiental afecta por igual a productores grandes y productores de pequeña escala. Sin embargo, la gran industria tiene más recursos políticos, tecnológicos y económicos; quizá con mayores posibilidades para adaptarse a los cambios que ocurren y para soportar situaciones desfavorables, como la escasez de materia prima.

Los productores artesanales siguen un sistema tradicional para cada etapa del proceso de elaboración de mezcal. Cada etapa es importante, pero labrar y fermentar son la clave. Por ejemplo, “no todos los mezcaleros saben labrar, es importante sólo labrar el maguey de velilla cerrada, de lo contrario, están tiernas y es una planta que se pierde”. Para ambas regiones es una práctica primordial, ya que “se echa a perder mucho maguey”.

De acuerdo con Barrientos-Rivera *et al.* (2019), un análisis de la concentración de carbohidratos (azúcares) previo al labrado de la planta permitirá eliminar pérdidas económicas, trabajo (mano de obra) y tiempo de fabricación, así como asegurar la calidad del producto mezcal. La concentración de azúcares se puede determinar en campo con un refractómetro portátil (°Bx) equivalente a un análisis de azúcares reductores totales. El empleo de esta prueba de campo, a pesar de su complejidad tecnológica o el alto costo del equipo para la mayoría de los productores, podría ser una contribución

del sector académico al fortalecimiento de las prácticas productivas en busca de una mayor calidad organoléptica de la bebida.

Cuando una planta de agave comienza a florecer, atrae diferentes animales que se comen la mielecilla: hormigas, murciélagos, colibrís, palomillas, mariposas y abejorros. Se define el posible papel de estos visitantes en el proceso de polinización, ya sea como ladrones de polen o néctar, o como polinizadores primarios o secundarios (Trejo-Salazar *et al.*, 2015). Los principales polinizadores en el género *Agave* son los murciélagos nectarívoros (quiropterofilia) (Eguiarte *et al.*, 2013). Sin embargo, como mencionaron los productores, los visitantes florales asociados con los agaves son diversos y no siempre incluyen a los murciélagos.

Sólo se dejan algunos semilleros, pero estas plantas ya no sirven para el mezcal porque cuando se termina la flor, da la semilla y la planta se seca. Por ser el agave una planta monocárpica, es necesario capar el agave [cortar el pedúnculo floral]; esto consiste en cortar el escapo floral cuando la planta ya está madura [cuando el cogollo está cerrado y mide aproximadamente un metro], el corte se hace con machete o hacha. En algunas localidades de Chilapa aún se corta el escapo floral con una piedra o con un pedazo de madera, porque éstas tienen *más ley*... es decir, es respeto hacia la planta por las mieles que da para hacer el mezcal. Así la planta resiste más a las plagas o a las condiciones del terreno.

Después de eliminar el pedúnculo se deja la planta en reposo durante 6 a 12 meses antes de su cosecha. El corte de dicha parte se lleva a cabo para preservar la acumulación de carbohidratos en el tallo de la planta, también denominado piña o corazón del maguey; este es un método tradicional de preparación del agave para su cosecha (Bahre y Bradbury, 1980).

Sin embargo, el sistema productivo artesanal en casi todo el estado de Guerrero está en desventaja estructural, porque sus recursos políticos, institucionales, tecnológicos y socioeconómicos son menores respecto a las grandes industrias y capitales transnacionales (Plascencia y Peralta, 2018).

Tal como mencionó Don Faustino: “es necesario aplicar un manejo a los magueyes, desde dejar unas plantas como semilleros en las parcelas, colectar la semilla, germinar en vivero para asegurar su sobrevivencia, y que siempre haya materia prima para hacer mezcal”. Enríquez (2007) menciona que las plantas de *A. angustifolia* que crecen en vivero incrementan su crecimiento en altura, diámetro de tallo (piña), número de hojas, área foliar y acumulación de materia seca, en respuesta a un mayor abastecimiento de nutrimentos, y cuando estas plantas llegan a su etapa de

maduración presentan tallos grandes y con alto contenido de azúcares. Aquí hay un tema de investigación para el estado de Guerrero que, además, está ligado a otros como la seguridad alimentaria, además de dar respuesta a la asociación maguey-cultivos básicos (maíz, frijol y calabaza), entre otros.

Plagas y enfermedades del agave

Los cultivos de agave pueden ser afectados por organismos capaces de ocasionarles daños considerables. Destacan la escama armada (*Acutaspis agavis*), el piojo harinoso (*Pseudococcus agavis*), el picudo de agave (*Scyphophorus acupunctatus*) y hongos como la mancha zonal o marginal y la punta seca (*Fusarium* sp. y *Alternaria* sp.), las cuales dañan las hojas y provocan retraso en el crecimiento y desarrollo de la planta (CESAVEG, 2011). Los cambios de temperatura y el aumento en la cantidad de lluvia han resultado devastadores para algunos agaves en los cuales se alojan bacterias (*Erwinia* sp. ‘pudrición del cogollo’) y hongos (*Fusarium* sp., *Cercospora agavicola* conocido como ‘tizón foliar’) (Daltón, 2005).

En el estado de Guerrero, Cabrera-Huerta *et al.* (2019) identificaron a *Dickeya chrysanthemi* como una de las responsables de la podredumbre blanda en la raíz de *A. cupreata*. Este descubrimiento es de utilidad para el área de estudio, dado que este agave presenta una reproducción exclusivamente sexual, por tanto, su incidencia aumenta los costos de producción de esta planta; siendo necesario en ese sentido implementar medidas efectivas para manejar esta enfermedad en viveros. Los mismos autores recomiendan las siguientes medidas: destrucción de restos de planta, desinfestación del suelo y limitar la incidencia de bacterias y hongos en el vivero, pero principalmente evitar propagarlos al momento de llevar a cabo las plantaciones en las parcelas. Otro problema mencionado por los productores de maguey es *Fusarium* sp.; Trinidad-Cruz *et al.* (2017) realizaron un estudio en Michoacán en cultivos de *A. cupreata*, encontrando que los consorcios de hongos micorrícicos arbusculares nativos, denominados “paso ancho” y un inóculo comercial micorriza INIFAP, se consideran como potenciales biofertilizantes y agentes de biocontrol de este hongo en el cultivo de agave. Habría que evaluar en el área de estudio el efecto de la inoculación micorrícica de plantas de *A. cupreata* y *A. angustifolia*.

La práctica agronómica conocida como “capado”, con la que se evita que los agaves alcancen la floración y con ello la reproducción sexual, representa riesgos para la diversidad genética y ecológica de estas plantas y disminución de la diversidad en los agaves, lo cual reduce procesos de adaptación a cambios ambientales y afecta su supervivencia a largo plazo, incrementando el riesgo de extinción (Lara-Ávila y Alpuche-Solís, 2016).

Cabe mencionar que la diversidad genética se mantiene y se promueve a través de las prácticas de manejo tradicionales de los productores de maguey, como la introducción de plantas de otras áreas y la reproducción sexual; prácticas dirigidas a enriquecer y mantener dicha diversidad genética en sus sistemas productivos, entre otras más (Álvarez-Ríos *et al.*, 2020). Se debe tener cuidado con el “capado” pues es una práctica que, al cortar el pedúnculo, deja una lesión en la planta, por lo tanto, se recomienda que al realizarlo se selle la herida con pasta bordelesa (cicatrizante para plantas), ya que su aplicación minimizará el ingreso de plagas o enfermedades. En Michoacán se realizó la identificación y medidas de control de las principales enfermedades que afectan al *A. cupreata*, y uno de los problemas encontrados fueron las “pencas rojas” o “pudrición del cogollo” (meristemo apical del tallo donde se realizó el corte del escapo floral); situación similar presentada en las regiones estudiadas de Guerrero. Cabe señalar que el hongo *Fusarium* sp. produce una gran cantidad de conidios que se dispersan fácilmente con el viento y que, una vez causada la infección, tiene la capacidad de traslocarse vía xilema y así crear más zonas de infección (Martínez-Palacios *et al.*, 2015).

Por su parte, la disminución de la diversidad genética se origina al evitar la reproducción sexual en los agaves. Un ejemplo es la propagación de *A. tequilana*, maguey utilizado para elaborar tequila que, soportada por una intensiva reproducción clonal a través de monocultivos (Rivera-Lugo *et al.*, 2018), ha conducido a reducir drásticamente su variabilidad genética. De esta manera, se favorece una mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades (Gil *et al.*, 2001). Además, los monocultivos pueden dar lugar a plagas y enfermedades que antes no existían como tales y que los entrevistados identifican deficientemente y, por ende, no saben cómo combatirlos (Valero *et al.*, 2011). Este aspecto muestra que el conocimiento tradicional no se adapta rápidamente a las nuevas circunstancias.

Cabe señalar que el hecho de que los agaves tengan una amplia diversidad genética, les permite responder a los cambios ambientales, los cambios en el mercado de los productos comercializados actualmente y que, de esta manera, los agaves pueden manejarse en sistemas de cultivo múltiple, asociarse con otras especies, como las que integran el sistema tradicional mesoamericano de milpa y también en sistemas agrícolas innovadores para así satisfacer diversos usos al mismo tiempo (Colunga-García Marín *et al.*, 2007b). Sin embargo, existe una ventaja fisiológica asociada con el incremento en el contenido de azúcar en el tallo como materia prima para la producción de mezcal:

Cuando se capa la planta hay problemas de enfermedades, ya que se deja reposar la planta antes de su cosecha. En este tiempo, muchas plantas se contaminan y se enferman, son más frágiles a la entrada del picudo o simplemente se secan y ya no hay el mismo rendimiento.

También se han encontrado “escarabajos rinocerontes” (*Strategus aloeus*) que en estado adulto se alimentan de raíces y tallo del agave. En los agaves también hay insectos con potencial benéfico, como un coleóptero (*Hololepta* sp.) que depreda prelarvas y larvas del picudo (CESAVEG, 2011). Los productores en ambas regiones estudiadas identificaron como plaga al *gusano del maguey*, que crece dentro de raíces y pencas (hojas) de la planta. Es la larva de *Agathymus* y *Megathymus* (la palomilla parda). Asimismo, el “capado” del maguey ocasiona hinchazón y ruptura de la piña, lo cual es aprovechado por *Alienoclypeus insolitus* (avispita parasitoide), de tal manera que sus larvas se alimentan dentro del picudo, causándoles la muerte y de ahí, ejerciendo un control biológico natural de esta plaga (Figuroa-Castro *et al.*, 2017).

El daño ocasionado en el maguey espadín se manifiesta en plantaciones recién establecidas. Los gusanos de maguey perforan las pencas hasta llegar a la piña, sin matar a la planta; pero se reduce la calidad de ésta y los orificios son puntos de entrada de patógenos (CESAVEG, 2011). Sin embargo, estos gusanos son parte de la gastronomía prehispánica, característicos de Oaxaca, como el “mezcal de gusano”, que es un mezcal joven abocado (mezcal al que se le incorpora directamente algún ingrediente para adicionar sabores: gusano, naranja, mango, entre otros, así como lo es el mezcal de Guerrero abocado con la planta “damiana” (*Turnera diffusa* Willd.) (NOM-070-SCFI-2016).

Es importante que los productores adopten una actitud preventiva en el manejo de las plagas. Por ejemplo, en las dos regiones hubo entrevistados que mencionaron que es recomendable mantener el cultivo libre de malezas para evitar o reducir el establecimiento de plagas y enfermedades. Aunado a esto, se podría emplear control biológico, una vez identificado el problema. Debido a que en el área de estudio “no se utiliza ningún tipo de control para evitar las plagas porque no hay dinero”, muchos productores caen en el conformismo: “sólo se aprovecha lo que se puede y lo que queda de las plagas” e intentan producir por semilla, ya que en este caso “la planta resiste las inclemencias del campo” y cuando se produce por hijuelo “la planta es más débil”.

Sólo en Atetetla se encontró que luchan contra plagas y enfermedades empleando insecticidas, fungicidas y fertilizantes, desde que se pone la semilla en el vivero hasta la parcela: “se le aplica al maguey, lo que se requiera para detener los problemas de plagas”. El conocimiento científico aportado por los investigadores y el conocimiento tradicional que poseen los productores de agave pueden sumarse en forma sinérgica para encontrar respuesta a los distintos problemas fitosanitarios, buscando en conjunto la mejor alternativa para el bienestar de los agricultores y el desarrollo rural (Williamson, 2002).

Usos, costumbres, problemática y alternativas

Los magueyes están íntimamente relacionados con la cultura, tradiciones y costumbres del México rural. Su aprovechamiento se observa en la fabricación de canastas, sacos y cordeles, entre otros, a partir de las fibras de especies como *A. fourcroydes*, *A. sisalana* y *A. angustifolia* (Espinoza, 2015). En Guerrero también se hacían *cuaxtles* (tapete artesanal que se elaboraba a base de bagazo de maguey para proteger el dorso de los animales de carga), morrales y sombreros de las fibras de maguey “pitero”. Hoy en día, las poblaciones de este maguey “ya se ven muy poco, antes había tantos en los cerros que hasta se vendía el ixtle [fibra], pero como es un agave que no se puede utilizar para hacer mezcal [porque le deja un sabor picosito] a nadie le interesa cuidarlo”. Cabe resaltar que hay magueyes en el área de estudio, de los cuales aún hace falta estudiar su taxonomía. Desafortunadamente, los entrevistados manifestaron que sólo están interesados en conservar las plantas y rescatar el conocimiento en torno a la elaboración de mezcal y no tanto en explorar otros usos. Es decir, existe una preocupante desmemoria biocultural, ya que en el estado de Guerrero el único uso actual es la producción de mezcal.

En el campo de la medicina tradicional y moderna, los agaves tienen una gran importancia. *A. fourcroydes* produce sapogeninas esteroidales con propiedades antiinflamatorias y antiparasitarias; *A. tequilana* y *A. salmiana* son una fuente potencial de prebióticos y fructanos que están constituidos en la “miel de agave” (López *et al.*, 2003; Vargas-Ponce *et al.*, 2009); asimismo *A. celsii*, *A. lechuguilla*, *A. mapisaga*, *A. striata* y *A. americana*, entre otros, poseen propiedades farmacéuticas (Ayón, 2007). Además, el bagazo de *A. salmiana* y *A. weberi* se utiliza como sustrato para producir hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* (Heredia-Solís *et al.*, 2014). En el área de estudio, el bagazo se utiliza en el vivero como sustrato para sembrar maguey y como abono en los cultivos. Un entrevistado sintetizó lo que se observó en todas las localidades donde se realizó el presente estudio: “No se ha investigado otra aplicación”. Alguno más señaló que:

Los abuelos se comían el corazón del maguey [tallo cocido], también lo molían y se lo agregaban a la masa para hacer tortillas. Pienso... que se tienen que hacer estudios al corazón y al escapo floral del maguey para saber cuánto nos nutre al comerlo o si realmente nos sirve para curar alguna enfermedad. Por ejemplo, cuando se labra el maguey le da sarna [prurito] a la persona que labró, pero hemos visto que eso es bueno para curar la fiebre porque refresca.

En este contexto, si se elaborara un listado de los usos y aplicaciones de las especies de agave endémicas de México (Huerta *et al.*, 2014), probablemente sería bastante extenso. A pesar del conocimiento tradicional que se tiene de las diferentes especies de agave y los distintos productos

que se obtienen de ellos, no parece ser suficiente para sostener los sistemas agrícolas deseables para satisfacer la demanda de mezcal. De aquí la importancia de preservar los agaves, ya que esto aseguraría su aprovechamiento sustentable y permitiría que la planta de maguey no sólo sea la materia prima para producir mezcal. La investigación científica puede aportar en ese objetivo.

El uso principal de los magueyes guerrerenses es como materia prima para elaborar mezcal. Si bien el maguey “criollo o sacatoro”, variedad local de *A. angustifolia* “tiene muy buenos azúcares por ser agave silvestre. Es muy bueno para el mezcal, pero es una planta pequeña, puede llegar a tener cien o más hojas, de una longitud máxima de 70 cm, el ancho de la hoja es de 7 a 10 cm, sus espinas son pequeñas y muchas a lo largo de la hoja, el color de las hojas es verde limón”, el que más se utiliza en la región Centro es el maguey “papalote” (*A. cupreata*). Este es un maguey “que crece a los lados, sus hojas son anchas y de ahí el nombre papalote, sus espinas son grandes y guarda mucha agua”. El maguey “espada o espadín” (*A. angustifolia*) “llega a tener 80 hojas en la roseta, la longitud de sus hojas puede ser de 1 a 2 metros, el ancho de su hoja de 10 a 15 cm y el color es verde cenizo”. La diferencia principal entre los *A. angustifolia* variedades locales “espadín” y “sacatoro” “es que el espadín rinde en kilos, pero el sacatoro rinde en azúcar”. Es decir, la planta de maguey espadín es más grande, por lo que se requiere una menor cantidad para llenar las tinas. En cambio, el maguey sacatoro es una planta pequeña, por lo que incrementa la demanda de mano de obra y de plantas. Consideramos que sería recomendable reforzar este conocimiento local con investigación científica regional.

En Guerrero, el mezcal se produce en “fábricas” familiares que conservan la tradición de sus antecesores, para lo cual la cocción del agave se hace en hornos cónicos en el subsuelo, las tinas de fermentación en su mayoría son de madera y los alambiques de cobre se usan para destilar. Para cocer el maguey se utilizan piedras calentadas con leña, igual que con los hornos prehispánicos (Salas y Hernández, 2015). Sin embargo, se debe considerar el impacto ambiental que esto genera en el ecosistema, ya que la leña “principalmente es leña verde y una parte seca para que arda bien la flama” se utiliza en la cocción y destilado. Esa leña se obtiene de distintos árboles: predominando el encino amarillo y blanco (*Quercus magnoliifolia* y *Quercus* sp.), capire (*Sideroxylon capiri*), mezquite (*Prosopis* sp.), tepehuaje (*Lysiloma acapulcensis*), tepezcohuite (*Mimosa tenuiflora*), alcanfor (*Eucalyptus* sp.), guamúchil (*Pithecellobium dulce*), cazahuate (*Ipomoea murocoides*), palo dulce (*Eysenhardtia* sp.), cubata (*Acacia cochliacantha*), copal (*Bursera* sp.), cuajote (*Pseudosmodium perniciosum*), tepemezquite (*Lysiloma divaricata*), cascalote (*Caesalpinia* sp.), palo Brasil (*Caesalpinia* sp.), palma (*Brahea dulcis*), nanche (*Byrsonima crassifolia*), quina (*Hintonia latiflora*), guaje (*Leucaena esculenta*) y otros.

Es probable que alguna de las especies que están siendo usadas con este propósito, esté incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Al respecto, es conveniente que se realicen estudios florísticos, de abundancia y distribución en tanto que la presente investigación no tuvo ese objetivo. Esto es importante debido a que en el área de estudio ningún productor mencionó contar con un permiso de aprovechamiento forestal: “no hay ley para el manejo del maguey ni para la leña”. La extracción de leña es una necesidad que difícilmente se va a sustituir por algún otro tipo de combustible debido al alto costo que eso implica, además de que el mezcal perdería su sabor característico y su valor simbólico como producto artesanal. Una alternativa es fomentar la plantación de especies forestales de rápido crecimiento y alto poder calorífico que, a su vez, podría convertirse en una fuente de empleo para las localidades.

Otro problema es “el desmonte para sembrar maguey”. No es recomendable cambiar la forma campesina ancestral de manejar varios recursos a la vez, sin tener que depender de uno solo y sin convertir todas las tierras en cultivos de maguey o cualquier otro producto, por muy atractivo que esto pueda parecer (Illsley *et al.*, 2005). Por ejemplo, se puede optar por una alternativa silvo-pastoril que integre el maguey con la producción animal, optando por un manejo del ganado que no sea un problema para el cultivo de agave. De esta manera, se mantiene la relación sociocultural en torno a la planta y a sus procesos de producción.

En la región Centro, los entrevistados forman parte de la organización Sanzekan, que actúa como intermediario en la comercialización de sus mezcales. Cabe señalar que a los productores asociados se les indican ciertas reglas para proteger el ambiente y para asegurar la calidad del mezcal. Entre éstas se pueden mencionar: el manejo sostenible del maguey silvestre, reforestación en el monte y sistemas agroforestales, cosechar sólo magueyes maduros, elaborar mezcal de manera tradicional y 100 % de maguey, entre otras.

Asimismo, en el año 2003 surgió la Sociedad de Productores de Mezcal “Mexcalli Papalotl del Chilapan”, sociedad que se encarga de cuidar el envasado, maduración y comercialización del mezcal en la región Centro. Reglamentar ciertas pautas podría ser una alternativa para la región Norte, donde no se han adoptado este tipo de normas. Por último, se pudo apreciar que existe interés entre todos los entrevistados por buscar alianzas con instituciones académicas para encontrar soluciones a los diversos problemas identificados. Esto debería hacerse conservando siempre el respeto a la identidad y a las tradiciones de las comunidades involucradas.

Conclusiones

Todos los productores de maguey y de mezcal que fueron entrevistados están en la mejor disposición de trabajar en conjunto con la academia. De antemano, ellos saben que la planta de agave es un sistema-producto de importancia económica, sociocultural y ambiental, y que deben preservarla para las generaciones futuras. Si bien el conocimiento tradicional que tienen tanto los productores de agave como los productores de mezcal en el área de estudio les ha permitido la persistencia de esta actividad durante siglos, el acompañamiento académico de dicho conocimiento podría contribuir con avances de la investigación científica en las distintas áreas analizadas, y esta interacción podría aportar la sinergia necesaria para fortalecer y asegurar su permanencia.

El maguey puede representar una alternativa para evitar la emigración de los productores, porque tiene relación con una serie de actividades combinadas que les permitiría tener empleo remunerado. De ahí la importancia y preocupación de los maestros mezcaleros por conservar los magueyes, ya que son una oportunidad económica basada en un recurso natural. El maguey es también eje rector de la cohesión social a nivel local y contribuye a conservar las alianzas y relaciones de ayuda mutua entre productores. No obstante, es fundamental fomentar la actividad productiva en las familias, integrándolas a la dinámica de la producción, no sólo del maguey sino de sus otros usos y de los conocimientos y valores creados en familia y en comunidad alrededor del maguey y el mezcal.

Los agaves, como plantas con fisiología CAM, son apropiados por las características biofísicas prevalecientes en las áreas de estudio. No obstante, es necesario lograr un manejo de los magueyes, que implica desde dejar plantas para semilla en las parcelas y germinar en vivero, hasta incentivar la rotación y asociación del maguey con cultivos básicos como maíz, frijol y calabaza, de manera que coadyuve a alcanzar la seguridad alimentaria en las comunidades productoras. Así se tendrán magueyes con alta variabilidad genética que les permitirá ser resistentes a plagas y enfermedades. Esto lo saben los campesinos entrevistados gracias a su experiencia en el campo. También es necesario implementar medidas profilácticas para evitar bacterias, hongos y larvas de insectos, como pueden ser: destrucción de restos de plantas, desinfestación del suelo y limitación de la incidencia de bacterias y hongos en el vivero, y principalmente evitar propagarlos al momento de llevar a cabo las plantaciones en las parcelas.

Si bien el mezcal guerrerense es artesanal y elaborado con 100 % de agave, es un producto poco valorado económicamente y que se produce en pequeña escala por productores que no tienen acceso a las regulaciones necesarias para exportar, por lo que en la actualidad la producción tradicional del maguey-mezcal se vincula principalmente al consumo local y regional. Se sugiere la

necesidad de realizar investigación científica junto con los productores para buscar alternativas de diversificación de usos y que el maguey no sólo sea materia prima para producir mezcal.

De acuerdo con los problemas mencionados y la información aportada, consideramos que el conocimiento tradicional de los productores de maguey y mezcal no es suficiente para crear y sostener los nuevos sistemas agrícolas que se desean para satisfacer la creciente demanda de mezcal, por lo que resulta fundamental, al tiempo que recuperar y mantener el conocimiento tradicional y los aprendizajes logrados a lo largo de generaciones, realizar estudios botánicos y en torno al agave en diferentes zonas para conocer y preservar las especies forestales que se utilizan como fuente de leña en la producción de mezcal. Sin duda, la problemática se atenuará con el constante intercambio entre el conocimiento tradicional y el conocimiento científico.

Agradecimientos

Se agradece el financiamiento de CONACYT al proyecto 263188 y la beca otorgada a Guillermina Barrientos Rivera, CVU: 422921, así como a los productores y demás participantes que contribuyeron en este trabajo.

Referencias

- Aguirre-Dugua, Xitlali y Eguiarte, Luis (2013). "Genetic Diversity, Conservation and Sustainable Use of Wild *Agave cupreata* and *Agave potatorum* Extracted for Mezcal Production in Mexico". *Journal of Arid Environments*, 90, pp. 36-44.
- Álvarez-Ríos, Gonzalo; Pacheco-Torres, Fernando; Figueredo-Urbina, Carmen y Casas, Alejandro (2020). "Management, Morphological and Genetic Diversity of Domesticated Agaves in Michoacán, México". *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16(3), pp. 2-17.
- Ángeles, Graciela (2010). "De la biodiversidad al monocultivo: efectos del monocultivo de *Agave angustifolia* en el estado de Oaxaca". En León Enrique Ávila y Giovanni Pardini (coords.), *Patrimonio natural y territorio*. Chiapas, México: Biblioteca virtual de Derecho, Economía y Ciencias Sociales, pp. 95-116.
- Ayón, Yanet (2007). "Estudio etnofarmacológico de las diferentes especies endémicas de agave en la medicina tradicional del estado de Hidalgo" (Tesis de Licenciatura). Pachuca de Soto, Hidalgo, México: Universidad Autónoma de Hidalgo, 85 pp.
- Bahre, Conrad y Bradbury, David (1980). "Manufacture of Mescal in Sonora, Mexico". *Economic Botany*, 34(4), pp. 391-400.
- Banco de México (Banxico) (2019). "Balanza de pagos –Ingresos por remesas" Recuperado de <https://www.banxico.org.mx>

- Barrientos-Rivera, Guillermina; Hernández-Castro, Elías; Esparza-Ibarra, Edgar; Segura-Pacheco, Héctor; Talavera-Mendoza, Oscar, y Sampedro-Rosas, Laura (2019). “Caracterización nutrimental y fisicoquímica de tres agaves mezcaleros del estado de Guerrero, México”. *Agroproductividad* (En prensa).
- Bautista, Juan y Smit, Mascha (2012). “Sustentabilidad y agricultura en la ‘región del mezcal’ de Oaxaca”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(1), pp. 5-20.
- Bernal-Mendoza, Héctor; Ramírez-Juárez, Javier; Estrella-Chulím, Néstor; Pérez-Avilés, Ricardo, y Morett-Sánchez, Jorge (2010). “Importancia de los territorios rurales en el proceso de reestructuración territorial: el caso de la región metropolitana de la ciudad de Puebla”. *Economía, sociedad y territorio*, 10(34), pp. 625-660.
- Bowen, Sarah (2015). *Divided Spirits: Tequila, Mezcal, and the Politics of Production*. Oakland, California: University of California Press.
- Cabrera-Huerta, Eugenia; Aranda-Ocampo, Sergio; Hernández-Castro, Elías; Nava-Díaz, Cristian, y Mora-Aguilera, Antonio (2019). “First Report of Bacterial Wilt Caused by *Dickeya chrysanthemi* on Agave-Mezcal (*Agave cupreata*) in México”. *Plant Disease*, 103(6), pp. 1-3.
- Canales, Manuel (ed.) (2006). *Metodologías de la investigación social. Introducción a los oficios*. Santiago de Chile, Chile: LOM (sol), 406 pp.
- Carrillo, Lauro (2007). “Los destilados de agave en México y su denominación de origen”. *Ciencias*, 87(1), pp. 40-49.
- Castro-Díaz, Alfredo y Guerrero-Beltrán, José (2013). “El agave y sus productos”. *Temas selectos de Ingeniería de alimentos*, 7(2), pp. 53-61.
- CESAVEG (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato) (2011). “Manual de Plagas y enfermedades del Agave”. Guanajuato, México. Recuperado de www.cesaveg.org.mx
- CEMEZCAL (Consejo Estatal del Maguey Mezcal de Guerrero) (2019). “Catálogo de miembros 2018” Guerrero, México. Recuperado de <https://www.agared.org/la-industria/consejo-estatal-del-maguey-mezcal-de-guerrero-ac>
- Chambers, Robert (1983). *Rural Development: Putting the Last First*. Nueva York, Estados Unidos de América: Longman, 246 pp.
- Colunga-García Marín, Patricia; Larqué, Alfonso; Eguiarte, Luis, y Zizumbo-Villareal, Daniel (eds.) (2007a). *En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros Agaves*. Mérida, México: CICY, 395 pp.
- Colunga-García Marín, Patricia; Zizumbo-Villareal, Daniel, y Martínez, Jesús (2007b). “Tradiciones en el aprovechamiento de los agaves mexicanos: una aportación a la protección legal y conservación de su diversidad biológica y cultural”. En Patricia Colunga-García, Alfonso Larqué, Luis Eguiarte y Daniel Zizumbo-Villareal (coords.), *En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves*. Mérida, México: CICY, pp. 229-248.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población) (2010). “Índice de marginación por localidad”. México: CONAPO.

- Cotler, Helena (compiladora) (2007). *El manejo integral de cuencas en México: Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. Ciudad de México, México: SEMARNAT/INEC, 264 pp.
- Daltón, Rex (2005). "Alcohol and Science: Saving the Agave". *Nature*, 438(1), pp. 22-29.
- Eguiarte, Luis; Aguirre-Planter, Erika; Aguirre, Xitlali; Colín, Ricardo; González, Andrea; Rocha Martha; Sheinvar, Enrique; Tejo, Laura, y Souza, Valeria (2013). "From Isozymes to Genomics: Population Genetics and Conservation of *Agave* in Mexico". *The Botanical Review*, 79(4), pp. 483-506.
- Enríquez, José (2007). "La micropropagación de agaves y su fertilización en vivero". *Agroproduce*, 01(16), pp. 16-17.
- Espinoza, Laura (2015). "Generalidades e importancia de los agaves en México". *Herbario CICY*, 01(7), pp. 161-164.
- Figueroa-Castro, Pedro; López-Martínez, Víctor; Sánchez-García, José, y Martínez-Martínez, Laura (2017). "First Record of *Alienoclypeus insolitus* Shenefelt, 1978 (Hymenoptera: Braconidae) from Guerrero and Distributional Data from Jalisco and Oaxaca, Mexico". *The Pan-Pacific Entomologist*, 93(4), pp. 234-238.
- García-Mendoza, Abisai (2007). "Los agaves de México". *Revista Ciencias*, 87(1), pp. 14-23.
- García-Mendoza, Abisai; Franco, Martínez, Irma, y Sandoval Gutiérrez, Daniel (2019). "Cuatro especies nuevas de *Agave* (Asparagaceae, Agavoideae) del sur de México". *Acta botánica mexicana*, 126: e1461. doi: 10.21829/abm126.2019.1461.
- Guerra-Martínez, Francisco y García-Romero, Arturo (2017). "El concepto resiliencia ecológica y qué atributos de la vegetación se recuperan en los bosques tropicales secundarios: una revisión". Conference: Congreso Internacional de la Red de Medio Ambiente del IPN At: Querétaro, Querétaro, México. doi: 10.13140/RG.2.2.28354.43205
- Gil, Katia; González, Mario; Martínez, Octavio; Simpson, June, y Vandemark, George (2001). "Analysis of Genetic Diversity in *Agave tequilana* Var. Azul Using RAPD markers". *Euphytica*, 119(3), pp. 335-341.
- Gobeille, Alayne; Yavitt, Joseph; Stalcup, Philip, y Valenzuela, Ana (2006). "Effects of Soil Management Practices on Soil Fertility Measurements on *Agave tequilana* Plantations in Western Central Mexico". *Soil Tillage Research*, 87(1), pp. 80-88.
- Gurung, Astrid (2003). "Insects a Mistake in God's Creation? Tharu Farmers' Perception and Knowledge of Insects: A Case Study of Gobardiha Village Development Committee, Dang-Deukhuri, Nepal". *Agriculture and Human Values*, 20(1), pp. 337-370.
- Heredia-Solís, Alejandra; Esparza-Ibarra, Edgar; Romero-Bautista, Leticia; Cabral-Arellano, Francisco, y Bañuelos-Valenzuela, Rómulo (2014). "Bagazos de *Agave salmiana* y *Agave weberi* utilizados como sustrato para producir *Pleurotus ostreatus*". *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 5(1), pp. 103-110.
- Hernández-Sampieri, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista, María (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill, 634 pp.

- Huerta, Sergio; Larralde, Claudia, y Narváez, José (2014). "Application of Agave Subproducts for Production of Microbial Inulinases". *Revista Bio Ciencias*, 3(1), pp. 4-16.
- Illsley, Catarina; Gómez, Tonantzin; Rivera, Grisell; Morales, Pilar; García, Jorge; Ojeda, Aleida; Calzada, Moisés, y Mancilla, Silvestre (2005). *Conservación in situ y manejo campesino de magueyes mezcaleros*. Chilapa de Álvarez, México: Grupo de Estudios Ambientales, AC. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto núm. V028, 200 pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2000). "Censo General de Población y Vivienda". Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/>
- Lara-Ávila, José y Alpuche-Solís, Ángel (2016). "Análisis de la diversidad genética de agaves mezcaleros del centro de México". *Revista fitotecnica mexicana*, 39(3), pp. 323-330.
- Liebig, Theresa; Jassogne, Laurence; Rahn, Eric; Läderach, Peter; Phoeling, Hans; Kucel, Patrick; Asten, Piet, y Avelino, Jacques (2016). "Towards a Collaborative Research: A Case Study on Linking Science to Farmers' Perceptions and Knowledge on Arabica Coffee Pests and Diseases and its Management". *PLoS ONE*, 11(8), pp. 1-23. doi: 10.1371/journal.pone.0159392
- López, Mercedes; Mancilla-Margalli, Norma, y Mendoza-Díaz, Guillermo (2003). "Molecular Structures of Fructans from *Agave tequilana* Weber var. *azul*". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(27), pp. 7835-7840.
- Martínez-Palacios, Alejandro; Morales-García, José, y Rodríguez, Susana (2015). *Aspectos sobre el manejo y la conservación de agaves mezcaleros en Michoacán*. Michoacán, México: CECTI (Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación), 177 pp.
- Mayan, María (2001). *Una introducción a los métodos cualitativos. Módulo de entrenamiento para estudiantes y profesionales*, trad. C.A. Cisneros. Alberta, Canadá: Qual Institute Press, 44 pp.
- Niechayev, Nicholas; Jones, Alexander; Rosenthal, David, y Davis, Sarah (2018). "A Model of Environmental Limitations on Production of *Agave americana* L. Grown as a Biofuel Crop in Semiarid Regions". *Journal of Experimental Botany*, ed. Especial, pp. 2-11.
- Pérez, Analy; Rodríguez, Alejandro; Nieto, Julio; Callejas, Judith, y Portillo, Lázaro (2017). *Comparación de dos sistemas de siembra de maguey (Agave salmiana)*. México: Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, 71 pp.
- Pérez, Elia; Chávez, Carmen, y González, Juan (2016). "Revisión del agave y el mezcal". *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(1), pp. 148-164.
- Plascencia, Fernanda y Peralta, Lilian (2018). "Análisis histórico de los mezcales y su situación actual desde una perspectiva ecomarxista". *Eutopía: Revista de Desarrollo Económico Territorial*, 14(1), pp. 23-42.
- Quecedo, Rosario y Castaño, Carlos (2002). "Introducción a la metodología de investigación cualitativa". *Revista de Psicodidáctica*, 01(14), pp. 5-39.
- Ríos, Maricela y Kumar, Arun (2012). "Reorientación productiva de los migrantes: el caso de Santiago Matatlán, Oaxaca". *Migración y desarrollo*, 10(19), pp. 92-116.

- Rivera-Lugo, Miguel; García-Mendoza, Abisaí; Simpson, June; Solano, Eloy, y Gil-Vega, Katia (2018). "Taxonomic Implications of the Morphological and Genetic Variation of Cultivated and Domesticated Populations of the *Agave angustifolia* Complex (Agavoideae, Asparagaceae) in Oaxaca, Mexico". *Plant Systematics and Evolution*, 304(8), pp. 969-979.
- Rodríguez, Guillermo; Morales, Francisco; Gutiérrez, Rafael; Aguilar, Sergio, y Pérez, Eugenio (2007). "Generación de raíces transformadas de *Agave salmiana* Otto y su colonización por *Glomus intraradices*". *Fitotecnia mexicana*, 30(3), pp. 215-222.
- Salas, Jesús y Hernández, Laura (2015). "Mezcal *cupreata*, fuente de admiración". *Ciencia*, 66(3), pp. 41-47.
- San Martín, Daniel (2014). "Teoría fundamentada y Atlas. ti: recursos metodológicos para la investigación educativa". *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 16(1), pp. 104-122.
- Segura, Héctor; Barrera, Juan; Morales, Helda, y Nazar, Austreberta (2004). "Farmers' Perceptions, Knowledge, and Management of Coffee Pests and Diseases and their Natural Enemies in Chiapas, Mexico". *Journal of Economic Entomology*, 97(5), pp. 1491-1499.
- SEMARNAT (2010). "NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres en categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de lista de especies en riesgo". Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., México. Recuperado de <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>
- SIAP (2018). "Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera". Recuperado de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Solís, Mirian (2018). "Labor Reintegration of Return Migrants in Two Rural Communities of Yucatán, Mexico". *Migraciones internacionales*, 9(4), pp. 185-212.
- Strauss, Anselm y Corbin, Juliet (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la Teoría Fundamentada*. Medellín: Universidad de Antioquia, 354 pp.
- Torres, Ignacio; Casas, Alejandro; Vega, Ernesto; Martínez, Miguel, y Delgado, América (2015). "Population Dynamics and Sustainable Management of Mescal Agaves in Central Mexico: *Agave potatorum* in the Tehuacán-Cuicatlán Valley". *Economic Botany*, 69(1), pp. 26-41.
- Trejo-Salazar, Roberto; Scheinvar, Enrique, y Eguiarte, Luis (2015). "¿Quién poliniza realmente los agaves? Diversidad de visitantes florales en 3 especies de *Agave* (Agavoideae: Asparagaceae)". *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(2), pp. 358-369.
- Trinidad-Cruz, Jesús; Quiñones-Aguilar, Evangelina; Rincón-Enríquez, Gabriel; López-Pérez, Luis, y Hernández-Cuevas, Laura (2017). "Mycorrhization of *Agave cupreata*: Biocontrol of *Fusarium oxysporum* and Plant Growth Promotion". *Revista mexicana de fitopatología*, 35(2), pp. 151-169.
- Valero, Jessica; Cortina, Héctor, y Vela, Martha (2011). "El proyecto de biocombustibles en Chiapas: experiencias de los productores de piñón (*Jatropha curcas*) en el marco de la crisis rural". *Estudios sociales* (Hermosillo, Son.), 19(38), pp. 119-144.

- Vargas-Ponce, Ofelia; Zizumbo-Villarreal, Daniel; Martínez-Castillo, Jaime; Coello-Coello, Julián, y Colunga-García Marín, Patricia (2009). "Diversity and Structure of Landraces of *Agave* Grown for Spirits under Traditional Agriculture: A Comparison with Wild Populations of *A. angustifolia* and Commercial Plantations of *A. tequilana*". *American Journal of Botany*, 96(2), pp. 448-457.
- Wilken, Gene (1987). *Good Farmers. Traditional Agricultural Resource Management in Mexico and Central America*. Berkeley: University of California Press, 303 pp.
- Williamson, Stephanie (2002). "Challenges for Farmer Participation in Integrated and Organic Production of Agricultural Tree Crops". *Biocontrol News and Information*, 23(1), pp. 25-36.
- Zizumbo-Villarreal, Daniel; Vargas-Ponce, Ofelia; Rosales-Adame, Jesús, y Colunga-García Marín, Patricia (2013). "Sustainability of the Traditional Management of *Agave* Genetic Resources in the Elaboration of Mezcal and Tequila Spirits in Western Mexico". *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60(1), pp. 33-47.

Editora asociada: Esperanza Tuñón Pablos

Recibido: 4 noviembre 2019

Aceptado: 13 abril 2020