

Pág inicial: 137 / Pág final: 147

Políticas públicas para el aprovechamiento sustentable del maguey pulquero (*Agave salmiana*) en Hidalgo, México¹

Edgar Iván Roldan-Cruz ^{2*}
CONACYT, México

Carmen Medina-Mendoza ³
Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital, México

Yucundo Mendoza-Tolentino ⁴
Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital, México

*Autor de correspondencia: cmedina@utvm.edu.mx

Para citar este artículo /To reference this article /Para citar este artigo

Roldan-Cruz, E., Medina-Mendoza, C., & Mendoza-Tolentino (2023). Políticas públicas para el aprovechamiento sustentable del maguey pulquero (*Agave salmiana*) en Hidalgo, México. *Revista Investigium IRE: Ciencias Sociales y Humanas*, XIV(1), 137-147. doi:<https://doi.org/10.15658/INVESTIGIUMIRE.231401.13>

Recibido: noviembre 10 de 2022/ **Revisado:** noviembre 25 de 2022/**Aceptado:** diciembre 10 de 2022

¹ Artículo derivado del proyecto de titulación de la especialidad en Estrategias para Conflictos Socioambientales titulado "Contexto socioambiental del maguey pulquero (*Agave salmiana*) en Hidalgo, México". Realizado en la Universidad del Medio Ambiente (UMA).

² Doctor en Economía, Universidad Nacional Autónoma de México. Cátedra CONACYT. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6811-7967>. E-mail: eroldan@elcolegiodehidalgo.edu.mx, Hidalgo, México.

³ Doctora en Ciencias en Horticultura, Universidad Autónoma de Chapingo. Docente de Tiempo Completo, Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7468-0115>. E-mail: cmedina@utvm.edu.mx, Hidalgo, México.

⁴ Doctor en Química, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Docente de Tiempo Completo, Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1816-8560>. E-mail: ymendoza@utvm.edu.mx, Hidalgo, México.

Resumen: México es centro de origen y diversidad del género *Agave* con 223 especies en el mundo. El estado de Hidalgo es uno de los cinco principales productores, con una superficie de 4,482 hectáreas registradas en 2021. El maguey pulquero (*Agave salmiana*), pertenece al género en mención, tiene una alta capacidad de retención de agua, conservación de suelos, son eficientes en la captación de carbono e inclusive en procesos de bioenergía; sin embargo, la superficie de plantación ha disminuido en las regiones productoras. Es por lo anterior, que el objetivo del presente trabajo fue analizar las bondades de la planta de maguey pulquero como un cultivo resiliente y elaborar una propuesta de política pública para el estado de Hidalgo, México. Para lograrlo, se realizaron seis foros participativos con productores de maguey y tomadores de decisiones en diferentes municipios de Hidalgo, también se llevaron a cabo mesas temáticas entre especialistas en el ámbito científico y académico. Dentro de las características que presenta la planta de maguey se destaca la facilidad de adaptación a climas áridos, ello se debe a que presenta metabolismo ácido crasuláceo. Como producto de los foros y mesas de trabajo se realiza una propuesta de política pública denominada "Ley para la Protección, Conservación, Fomento y Aprovechamiento de la Cadena Agroalimentaria del Maguey", que permita impulsar las plantaciones y considerar a la planta de maguey como una cadena agroalimentaria y, además, contribuir a mitigar el cambio climático.

Palabras clave: bioenergía, conservación, protección (Tesaurus); sustentable, foros participativos (palabras clave de los autores).

Public policies for the sustainable use of maguey pulquero [*Agave salmiana*] in Hidalgo, Mexico

Abstract: Mexico is the center of origin and diversity of the *Agave* genus with 223 species in the world. The state of Hidalgo is one of the five main producers, with an area of 4,482 hectares registered in 2021. The *maguey pulquero*, which belongs to the aforementioned genus, has a high water retention capacity, soil conservation properties, and is efficient in carbon capture and even in bioenergy processes. However, the plantation area has decreased in producing regions. Therefore, the aim of this study was to analyze the benefits of the *maguey* plant as a resilient crop and to develop a proposal for public policy for the state of Hidalgo, Mexico. To achieve this, six participatory forums were held with *maguey* producers and decision-makers in different municipalities of Hidalgo, and thematic roundtables were also held among specialists in the scientific and academic fields. One of the characteristics that the *maguey* plant presents is its ability to adapt to arid climates, due to its crassulacean acid metabolism. As a result of the forums and work roundtables a proposal for a public policy called "Law for the Protection, Conservation, Promotion and Use of the Agro-Food Chain of *Maguey*" was developed to promote plantations and consider the *maguey* plant as an agro-food chain, and also to contribute to mitigating climate change.

Keywords: bioenergy, conservation, protection (Thesaurus); sustainable, participatory forums (key words suggested by the authors).

Políticas públicas para o aproveitamento sustentável do maguey pulquero (*Agave salmiana*) em Hidalgo, México

Resumo: O México é o centro de origem e diversidade do gênero *Agave* com 223 espécies no mundo. O estado de Hidalgo é um dos cinco principais produtores, com uma área de 4.482 hectares registrados em 2021. O maguey pulquero (*Agave salmiana*), pertence ao gênero em questão, possui alta capacidade de retenção de água, conservação do solo, são eficientes na captura de carbono e até mesmo em processos de bioenergia; no entanto, a área de plantio diminuiu nas regiões produtoras. É pelo exposto que o objetivo deste trabalho foi analisar os benefícios da planta maguey pulquero como uma cultura resiliente e elaborar uma proposta de política pública para o estado de Hidalgo, México. Para isso, foram realizados seis fóruns participativos com produtores de maguey e tomadores de decisão em diferentes municípios de Hidalgo, e também foram realizadas mesas redondas temáticas entre especialistas nos campos científico e acadêmico. Dentre as características que apresenta a planta maguey, destaca-se a facilidade de adaptação a climas áridos, isso se deve ao fato de apresentar metabolismo ácido crasuláceo. Como resultado dos fóruns e mesas de trabalho, é elaborada uma proposta de política pública chamada "Lei de Proteção, Conservação, Promoção e Uso da Cadeia Agroalimentar do Maguey", que permite promover plantações e considerar o maguey como uma cadeia alimentar e, além disso, contribuir para mitigar as mudanças climáticas.

Palavras-chave: bioenergia, conservação, proteção (Tesaurus); sustentável, fóruns participativos (palavras-chave sugeridas pelos autores).

Introducción

México es considerado centro de origen del *Agave*, género al cual pertenece el maguey, se han identificado 261 especies y 177 son endémicas (García, 2002). La planta de maguey se encuentra en casi todo México, principalmente en zonas áridas y semiáridas del norte y centro, pero disminuyen hacia las zonas húmedas y cálidas del sur, de acuerdo con López et al., (2018). En Hidalgo, a la planta



de maguey pulquero (*Agave salmiana*) se le extrae una bebida a partir de plantas vivas conocida como aguamiel que al fermentar se produce el pulque (García, 2002).

En los últimos años la planta de maguey se ha venido utilizando en la industria de biocombustibles, la cual está aún en desarrollo en algunos países como: Australia, Estados Unidos, África y México (Davis et al., 2016; Subedi et al., 2017; SIAP, 2021). Debido a que se han encontrado producciones anuales de biomasa de alrededor de 4,000 a 30,000 (kg ton⁻¹), con mayor potencial productivo, dependiendo del manejo agronómico (Davis et al., 2016; Niechayev et al., 2019). La biomasa del maguey pulquero es utilizada como sustrato de bajo costo para producir una amplia cantidad de bioproductos, biocombustibles, ácidos orgánicos y enzimas (Lueangwattanapong et al., 2020; Kumar y Ram, 2021).

Estudios enfocados en bioproductos muestran el alto potencial para competir económicamente con otros cultivos bioenergéticos, y principalmente dar valor a cultivos de forma sostenible. *Agave tequilana* es una de las especies más utilizadas en la industria tequilera y de la cual se han realizado estudios para la producción de bioetanol, biomasa líquida y gas natural sintético (Díaz et al., 2018; Duran et al., 2021), además, de ser usado para promover carbono, para la producción de bebidas destiladas y no destiladas usando la piña, mientras que las hojas son desechadas. De acuerdo con Villegas et al. (2014) es posible producir etanol de ambas partes de la planta (tallos y hojas), por lo que es una buena opción para reducir la pérdida de biomasa. Por otro lado, los genes asociados a su desarrollo en climas adversos son un recurso potencial para la ingeniería genética de otros cultivos importantes (Pérez et al., 2020).

Otra característica de las plantas de maguey es que poseen un Metabolismo Ácido Crasuláceas (CAM), permitiendo que proliferen en ambientes áridos y semiáridos, lo que proporciona un recurso potencial con caracteres genéticos que confieren resistencia a la sequía (Yang et al., 2015). Una de las particularidades de las plantas CAM es que los estomas se abren por la noche, lo que permite la fijación inicial de CO₂ durante períodos en que las condiciones de pérdida de agua por evaporación son mínimas, y durante el día se cierran para reducir la pérdida de agua y eliminar la posible entrada neta de CO₂ (Davis et al., 2019); además, tienen el poder de retener y reutilizar el CO₂ producido por la respiración, evitando así la pérdida de carbono y ayudando a mantener un peso seco favorable por largos períodos de sequía (Hopkins y Hüner, 2009; Matiz et al., 2013).

México cuenta con gran cantidad de variedades de maguey en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, cubriendo alrededor del 70% del territorio mexicano; sin embargo, estas y otras especies han sido infravaloradas, por lo que han sido pocas las inversiones en mejoras agrícolas, rescate de especies en peligro y alternativas para sistemas de producción extensivos y sustentables, con respecto a las variedades más útiles de este género (Liu et al., 2018; Davis et al., 2019). La planta de maguey presenta una alta productividad en biomasa, aunado al uso de la vía CAM, apoya la idea de que se puede emplear para resolver problemas ambientales y energéticos. De igual forma, representa un modelo para determinar cómo los cultivos tolerantes a la sequía podrían ayudar a resolver la disparidad de recursos, particularmente, haciendo una conexión de los sistemas de cultivo con enfoques agrícolas modernos.

En este sentido, y a pesar de los beneficios potenciales que representa la planta de maguey como un cultivo modelo, poco se ha hecho a nivel de políticas públicas que permitan reactivar la producción en el estado de Hidalgo; además, es importante la conformación de sistemas de innovación en los cuales se integren también aspectos de educación ambiental a fin de canalizar y potenciar las capacidades (Velázquez, 2022). Por lo anterior, el objetivo del trabajo es realizar un análisis de las bondades de la planta de maguey pulquero como cultivo resiliente ante los problemas del cambio climático y establecer una propuesta de política pública que impulse generar nuevas plantaciones en el estado de Hidalgo.

Materiales y métodos

El trabajo se enfoca a un estudio de caso de carácter cualitativo; se desarrolló en varias etapas, liderados por la Red Científica Maguey Nopal en el estado de Hidalgo (Red MagNop). Entre 2019 y 2021, se realizaron seis foros participativos en los municipios de: Cardonal, Singuilucan, Apan y San Agustín Tlaxiaca. Los principales actores fueron los productores de maguey y tomadores de decisiones, así como investigadores y público en general con interés en el tema de maguey. Las invitaciones fueron giradas por la Red MagNop a presidencias municipales, comisarias ejidales y productores de maguey de los cuales se cuenta con una base de datos por regiones; también, académicos e investigadores de las universidades y centros de investigación que participan como miembros de la Red, e interesados en colaborar en la propuesta de reestructuración a la vigente Ley para el manejo sustentable del maguey en Hidalgo.

La dinámica de trabajo durante los foros fue abordar una matriz FODA, enfocado a cuatro ejes principales: conservación, fomento, protección y aprovechamiento entorno al maguey de acuerdo con la región de análisis, en donde los productores expresaron las principales problemáticas y posibles soluciones sobre la realidad de la planta y del sujeto agrario; una vez concluida cada mesa de



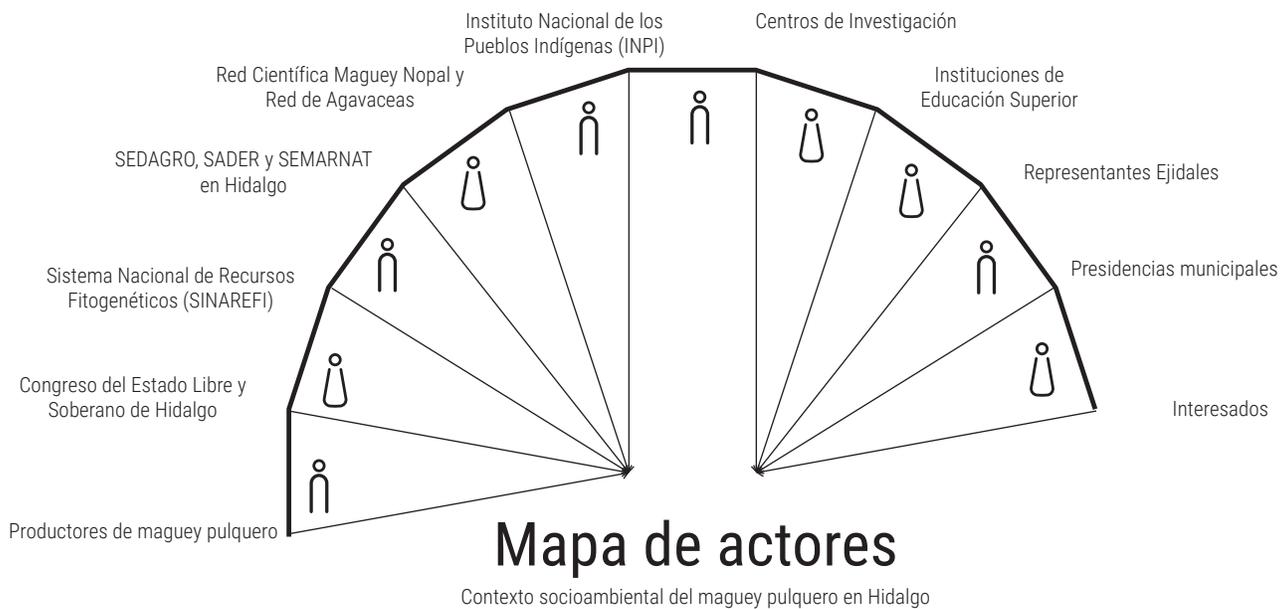
trabajo se cerraba con las conclusiones por eje temático. Toda la información obtenida permitió hacer un replanteamiento de la vigente Ley del maguey para el estado de Hidalgo (versión 2016). Durante los foros la afluencia fue variada, con una mínima participación de 70 y un máximo de 120 asistentes.

Las mesas temáticas se trabajaron en diferentes instituciones educativas, en donde se invitaron a investigadores reconocidos en torno al maguey en el estado de Hidalgo e inclusive de otros estados, abordando la lectura de la vigente ley y enriquecer las propuestas de los productores generadas en los foros. Una vez construida la nueva propuesta de política pública, se establecieron mesas de trabajo con la Comisión de Agricultura y Recursos Hidráulicos del Congreso del Estado Libre y Soberano del Estado de Hidalgo, a fin exponer la propuesta de ley ante los tomadores de decisiones. Finalmente, y no menos importante, se desarrolla la revisión bibliográfica en fuentes primarias y secundarias a fin de conocer las bondades que presenta el maguey pulquero como una planta con características fisiológicas de interés, para dar el sustento científico y aportar a la necesidad de una nueva propuesta de política pública.

Resultados y discusión

Para el correcto desarrollo de procesos de participación ciudadana es fundamental analizar a los actores que intervienen (Chapela y Merino, 2019). Además, es importante que dicho análisis sea libre de prejuicios, con la posibilidad de que los actores interesados en influir en el proceso presenten origen diverso y no solo se considere a los del sector gubernamental, permitiendo la toma de decisiones basada en todas las perspectivas (Tapia et al., 2020). Es por ello que, durante los procesos de incidencia abordados en el trabajo por medio de foros participativos, se invitaron a todos los actores y autoridades involucrados, los cuales fueron identificados mediante un mapeo de actores (figura 1) y análisis de actores (tabla 1).

Figura 1
Mapa de actores y autoridades involucrados en el conflicto socioambiental



SEDAGRO: Secretaría de Desarrollo Agropecuario
SADER: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



Tabla 1
Análisis de actores

Nombre del actor detectado	¿Cuál es el tipo de decisión que toma o importancia en el proceso?	¿Qué tendría que hacer ese actor para resolver la problemática identificada?
Productores de maguey	Parte medular en los procesos de participación, emiten las necesidades de la cadena agroalimentaria maguey.	Participar activamente, expresar las necesidades que se tienen de la cadena agroalimentaria del maguey pulquero.
Congreso del Estado Libre y Soberano de Hidalgo	Presentar propuestas, reformar, crear o eliminar políticas públicas.	Legislar y vigilar la asignación de los recursos públicos federales.
Red Científica Maguey Nopal	Unir esfuerzos multidisciplinarios a fin de atender las problemáticas de las cadenas agroalimentarias de maguey en Hidalgo.	Consolidar propuestas científico/tecnológicas considerando al productor, y atender las necesidades de las cadenas agroalimentarias.
SEDAGRO, SADER y SEMARNAT	Propician el ejercicio de una política de apoyo para la producción y aprovechamiento de los recursos agrícola.	Aplicación de los programas y proyectos del sector agropecuario de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo.
Centros de Investigación	Generación de conocimiento mediante proyectos de investigación científica básica y/o aplicada.	Enfocar investigaciones en la realidad que vive el productor, aplicar el conocimiento, producto de la investigación.
Representantes Ejidales	Representan y gestionan las necesidades de la asamblea ejidal.	Ejecutar los acuerdos que se toman en las asambleas ejidales.
Presidencias municipales	Son los titulares del poder ejecutivo de los municipios del país y cabeza del Ayuntamiento.	Ejecutar los acuerdos del ayuntamiento, gobernar y administrar los recursos.
Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas	Instancia del Gobierno de México en correcta relación entre el Estado mexicano y los pueblos indígenas.	Reconocer a los pueblos indígenas como sujetos de derecho conforme a lo establecido en la legislación.
Instituciones de Educación Superior	Desarrollar funciones de docencia, generación y aplicación innovadora del conocimiento y de la cultura.	Vincular al sector productivo los productos generados a partir de la innovación del conocimiento.

Dentro de los principales actores, se consideran aquellos que toman decisiones sobre las políticas públicas (Chapela y Merino, 2019); de tal manera que, se vean reflejados aquellos que serán afectados por la problemática, los que son cercanos a las y los tomadores de decisiones o tengan alguna participación como: instituciones académicas, iniciativas privadas, figuras públicas, entre otros, generando un adecuado ejercicio de participación, por ello el análisis de actores permite exponer las decisiones y problemáticas que pueden atender desde su entorno. Como parte de los resultados obtenidos en los foros se realizó una matriz de los cuatro ejes de trabajo (aprovechamiento, fomento, conservación y protección), se enlistaron las problemáticas y posibles soluciones/propuestas por los mismos actores. Muchas de las problemáticas coinciden en las regiones, es por eso que, en la tabla 2 se hace referencia solo a las más representativas.



Tabla 2

Problemáticas y soluciones identificados en los ejes temáticos del mague

Ejes de trabajo	Problemática	Soluciones
Aprovechamiento	Falta de apoyo por parte del gobierno municipal, estatal y federal.	Homologar programas a nivel municipal, estatal y federal.
Fomento	Mala distribución de programas federales.	Presentar programas basados en investigación, manejo de diferentes variedades de maguey.
Conservación	No se cuenta con nuevas variedades.	Programas de asistencia técnica especializada y capacitación.
Protección	No se cuenta con asistencia técnica.	Promover los productos derivados del maguey.
	Falta de organización.	Rescate y fomento de las prácticas ancestrales.
	Presencia de plagas y enfermedades.	Reforestación con maguey.
	Cambio de uso de suelo.	
	Pérdida de valores ancestrales y prácticas culturales.	

De acuerdo a Chapela y Merino (2019), las políticas públicas son el conjunto de objetivos, decisiones, normas, acciones y recursos determinados por las instituciones de gobierno para resolver un problema, es por ello importante que dentro de este contexto se integren los actores fundamentales, permitiendo generar adecuadas prácticas para un proceso de Investigación Acción Participativa (IAP) de acuerdo a lo mencionado por Chávez et al. (2022), y retomando la problemática como un conflicto socioambiental, se consideraron cuatro ejes principales: protección, conservación, fomento y aprovechamiento.

La Red MagNop ha tenido como objetivo aglutinar los esfuerzos para atender las problemáticas de la cadena agroalimentaria del maguey, es por ello que desde 2019 se realizó un esfuerzo a fin de abrogar la Ley para el Manejo Sustentable del Maguey mediante una nueva propuesta fortalecida en los foros y mesas temáticas (figura 2 y 3), dando lugar al planteamiento de una propuesta de Ley para la Protección, Conservación, Fomento y Aprovechamiento de la Cadena Agroalimentaria del Maguey (LPCFACAM, 2022); la misma contempla siete títulos y el capítulo I "Objeto y aplicación de la Ley", los cuales se numeran a continuación:

1. Título primero. Disposiciones generales
2. Título Segundo. De la Organización y Administración del Ente Regulador del Maguey pulquero y sus derivados, así como del Sector Público vinculado a la cadena agroalimentaria del maguey en el estado.
3. Título tercero. De la protección a la cadena agroalimentaria maguey.
4. Título Cuarto. De la conservación de la cadena agroalimentaria maguey pulquero
5. Título Quinto. Del fomento de la cadena agroalimentaria maguey.
6. Título Sexto. Del aprovechamiento de la cadena agroalimentaria maguey.
7. Título séptimo. De los instrumentos de control, seguimiento y recurso de revisión.

Propuesta de Ley para la Protección, Conservación, Fomento y Aprovechamiento de la Cadena Agroalimentaria del Maguey

Capítulo I

Del objeto y aplicación de la Ley

Artículo 1. La presente Ley es de observancia general en el territorio del Estado de Hidalgo y sus disposiciones son de orden público e interés general.



El objeto de la presente Ley es proteger, conservar, fomentar y aprovechar la cadena agroalimentaria maguey en el Estado de Hidalgo, así como, establecer las competencias para su aplicación en la entidad y los municipios, bajo el principio de concurrencia, previsto en el artículo 73, Fracción XXIX-e XXIX-g de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Cuando la planta del maguey se encuentre ubicada en propiedad que correspondan a pueblos y comunidades indígenas, se observará para su ejecución lo dispuesto por el artículo 2 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y el artículo 5 de la Constitución Política del Estado de Hidalgo. De igual forma, cuando la planta del maguey aguamiel/pulque se encuentre en actividad forestal o de reforestación.

Artículo 2. Los objetivos de esta ley son:

- Impulsar el desarrollo económico, social, sustentable, cultural, de saberes y tradiciones, así como técnico y científico en beneficio de la cadena agroalimentaria maguey aguamiel/pulque y los productores de esta planta en la entidad;
- Incentivar y respetar el derecho al uso, explotación racional y aprovechamiento para los habitantes de pueblos y comunidades indígenas habitantes de territorios maguey aguamiel/pulqueros;
- Crear el Consejo Coordinador del Maguey (CCM) a partir de los siguientes criterios rectores: protección, conservación, fomento y aprovechamiento de la cadena agroalimentaria maguey en el Estado de Hidalgo, que permita contribuir al desarrollo económico, social, sustentable y cultural de la entidad;
- Instrumentar mecanismos, programas, proyectos y políticas de mejora para la economía agrícola maguey con el objeto de incrementar sustancialmente el ingreso del productor; reorientando la lógica dominante de tirar la planta después de cada sistema de explotación (penca, mixiote, aguamiel), por un modelo integral de producción, transformación e industrialización en la que todos los residuos se puedan usar y/o transformar a productos y sub-productos con mayor valor agregado;
- Propiciar economías de escala que permitan satisfacer las necesidades básicas, incentivar actividades intermedias entre la producción y el consumo de alimentos, e influir en los niveles de seguridad alimentaria y bienestar social de los productores de maguey;
- Vincular al Consejo Coordinador del Maguey con las diferentes instituciones de educación media y superior, públicas y privadas tanto a nivel federal como estatal, al igual que centros de investigación y de transferencia tecnológica, que permitan generar ciencia y tecnología puntual, y acortar ciclos de validación en beneficio de la cadena agroalimentaria maguey;
- Crear, expedir y dar seguimiento a la Cédula Única de Productores de Maguey Hidalgo, a través del Consejo Coordinador del Maguey, con el apoyo de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario o su similar. Siendo el instrumento para definir, segmentar y priorizar las necesidades de los productores de maguey que operan sobre la cadena agroalimentaria;
- Establecer a la Cédula Única de Productores de Maguey Hidalgo, como instrumento de control cuantitativo y documental sobre las diferentes actividades directas e indirectas; fase de producción, posproducción y transformación de la cadena agroalimentaria maguey, para generar una tipología de productores, orientar procesos de capacitación, asistencia técnica, transformación y comercialización, al igual que controlar la extracción clandestina, validando el origen y destino legal de la planta. La Cédula bajo ninguna circunstancia será un instrumento impositivo ni recaudador;
- Normar a la Cédula Única de Productores de Maguey Hidalgo, la cual tendrá una vigencia de 4 años, a partir de su expedición, por lo que, al finalizar este período tendrá que renovarse acorde a los lineamientos definidos por el Consejo Coordinador del Maguey, en coordinación con los entes normativos en materia agropecuaria, de investigación y divulgación, financiamiento, capacitación, asistencia técnica, sanidad y comercialización, en los ámbitos federal, estatal, para la consolidación de la cadena agroalimentaria maguey;
- Regular la transformación, almacenamiento y transporte de los productos y subproductos del maguey;
- Coordinar, aplicar, analizar, proponer y evaluar, mediante el Consejo Coordinador del Maguey los programas y políticas en materia de protección, conservación, fomento y aprovechamiento de la cadena agroalimentaria maguey en Hidalgo;
- Promover el incremento de la frontera agrícola magueyera, garantizado por el seguimiento transexenal, guiado por objetivos, acciones y estrategias en el mediano y largo plazo;
- Promover la producción de plantas de maguey aguamiel/pulque con criterios existentes de certificación (calidad, sanidad e inocuidad), con el asesoramiento del Consejo Coordinador del Maguey, con apego a normas y leyes correspondientes, respetando los saberes, conocimientos ancestrales y tradiciones vigentes de los productores de maguey;
- Emitir reglas e instrumentos para la implementación, aplicación y evaluación, protección, conservación, fomento y aprovechamiento de la cadena agroalimentaria maguey, incentivando la participación abierta y activa de los productores de maguey;
- Y las demás que señalen las disposiciones aplicables supletoriamente. (pp. 10-13).



Esta propuesta de Ley para la cadena agroalimentaria maguey, considera aspectos de conservación y aprovechamiento sustentable, en donde es claro observar que existen alternativas aún poco exploradas, como es la captura de carbono, las llamadas energías limpias, regeneración de suelos y captación de agua, por mencionar las enfocadas a aminorar los efectos del cambio climático. No dejando de lado las propiedades nutricionales que presenta el aguamiel y pulque (Medina et al., 2022).

Figura 2

Foros de participación con productores de maguey



Figura 3

Mesas temáticas de trabajo con tomadores de decisiones e investigadores



Como resultado de la propuesta de Ley, se considera que el maguey pulquero es un recurso importante abordándolo como cadena agroalimentaria, además de presentar características fisiológicas de interés que le confieren tolerancia a la sequía (Georgakopoilos et al., 2016; Merino, 2019; Reddy y Shanker, 2018); por lo anterior, la política pública propuesta considera todos los aspectos de la planta maguey como una alternativa para aminorar los efectos del cambio climático, debido a su multifuncionalidad, su carácter polifacético y por su viabilidad como negocio para el productor promedio (Roldán et al., 2022).

Por otra parte, modelos de proyección climática sugieren que, si bien el cambio climático ampliaría las tierras de cultivo adecuadas en altitudes septentrionales, las regiones tropicales podrían volverse menos adecuadas para la agricultura (Yang et al., 2015), de tal forma que, el maguey representa una excelente opción y con alto potencial como cultivo a nivel mundial en regiones de escasas de agua y altas temperaturas. Uno de los errores más grandes cometidos con relación a los cultivos convencionales son la alta cantidad de agua utilizada para la producción, recurso que se volverá cada vez más limitante (Cook et al., 2015).



Estos riesgos ponen de manifiesto la necesidad de centrarse en soluciones innovadoras, tales como la generación de cultivos en áreas que podrían estar sujetas a sequías severas y generalizadas como lo es la planta de maguey. Asimismo, al ser una planta CAM tienen cantidades relativamente altas de carbohidratos no solubles, lo que se traduce en menos energía necesaria para convertirse en combustible (Jacinto y García, 1995; Borland et al., 2009); por otro lado, las adaptaciones anatómicas, morfológicas y fisiológicas de las CAM, como el maguey, contribuye a la economía del agua, el crecimiento vegetal y a la producción de materia orgánica, siendo ideal ante las necesidades climáticas prevaletentes y remontarnos a los sistemas de agricultura tradicional, según lo señalado por Hernández et al. (2020). Lo antes mencionado pone en manifiesto la importancia de rescatar y reactivar recursos con una amplia gama de posibilidades ante las necesidades existentes, tanto ambientales, económicas, culturales.

Conclusiones

El maguey pulquero tiene la capacidad de establecerse y ser productivo con recursos ambientales limitados, representando una estrategia como cultivo sostenible y de bajo impacto. Lo anterior es favorable al permitir resolver problemas ecológicos y económicos entre los sistemas naturales y humanos, particularmente, en entornos con recursos limitados.

La adecuada implementación de políticas públicas para el cultivo del maguey pulquero en el estado del Hidalgo son necesarias a fin de realizar un aprovechamiento sostenible. La propuesta de Ley para la Protección, Conservación, Fomento y Aprovechamiento de la Cadena Agroalimentaria del Maguey considera aspectos para un aprovechamiento sustentable, como un esfuerzo para reordenar aspectos particulares de este cultivo en el estado de Hidalgo y una alternativa ante las necesidades existentes de su aprovechamiento.

Referencias

- Borland, A. M., Griffiths, H., Hartwell, J., & Smith, J. A. C. (2009). Exploiting the potential of plants with crassulacean acid metabolism for bioenergy production on marginal lands. *Journal of Experimental Botany*, 60, 2879–2896. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp118>
- Chapela, G. y Merino, M. L. (2019). Hacia una política forestal sustentable e incluyente. Los bosques de México, problemas y propuestas. En L. Merino (coord.). *Crisis ambiental en México. Ruta para el cambio* (pp. 163-190). UNAM. https://observatorio.susmai.unam.mx/wp-content/uploads/2019_AgendaAmbiental_RED.pdf
- Chávez, L. J. C., Erasmo, V. C. y Venegas, S. A. (2022). Intervenciones comunitarias en el contexto socioambiental: buenas prácticas en la conservación desde el sur de México. *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, 2(1). <https://doi.10.5154/r.rchsat.2022.03.05>
- Cook, B. I., Ault, T. R., & Smerdon, J. E. (2015). Unprecedented 21st century drought risk in the American Southwest and Central Plains. *Science Advances*, 1. <https://doi.10.1126/sciadv.140008>
- Davis, S. C., Kuzmick, E. R., Niechayev, N. & Hunsaker, D. J. (2016). Productivity and water use efficiency of *Agave americana* in the first field trial as bioenergy feedstock on arid lands. *GCB Bioenergy*, 9, 314–325. <https://doi.10.1111/gcbb.12324>
- Davis, S. C., Simpson, J., Gil, V. K. D. C., A Niechayev, N., Van, T. E., Castano, N. H., Dever, L. V. & Búrquez, A. (2019). Undervalued potential of crassulacean acid metabolism for current and future agricultural production. *Journal of Experimental Botany*, 70, 6521–6537. <https://doi.10.1093/jxb/erz223>
- Díaz, B. D. I., De La Cruz, J. R., López, L. J. C., Morales, M. T. K., Ruiz, E., Ríos, G. L. J., Romero, I. & Castro, E. (2018). Optimization of dilute acid pretreatment of *Agave lechuguilla* and ethanol production by co-fermentation with *Escherichia coli* MM160. *Industrial Crops and Products*, 114, 154–163. <https://doi.10.1016/j.indcrop.2018.01.074>
- Duran, G. M. D., Weber, B., Jiménez, G. J. & González M. E. (2021). The application of solid biofuels as a source of process energy in Mexico: Case studies using agave and coffee waste. *Biofuels Bioproducts and Biorefining*, 15, 1233–1244. <https://doi.10.1002/bb.2230>
- García, M. A. J. (2002). Distribution of the genus *Agave* (Agavaceae) and its endemic species in Mexico. *Cactus and Succulent Journal*, 74, 177–187. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=3264063&pid=S1851-5657201500010002200008&lng=es



- Georgakopilos, P. I., Travlos, S. I., Kakabouki, C. K., Kontopoulou, A. & Pantelia, D. J. B. (2016). Climate change and chances for the cultivation of new crops. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, 44(2), 347-353. <https://doi.org/10.15835/nbha.44.2.10533>
- Hernández, H. A., Reyes, F. F., Sánchez, C. M. J. (2020). Agricultura tradicional resiliente al cambio climático en Ozumba, México. En O.R. Castro Martínez, E. Velázquez Cigarroa y E. Tello García (Coords.). *Educación ambiental y cambio climático: Repercusiones, perspectivas y experiencias locales* (73-88). Universidad Autónoma Chapingo.
- Hopkins, W. G. & Hüner, N. P. A. (2009). *Introduction to Plant Physiology*. John Wiley & Sons, Inc. <https://www.agrifs.ir/sites/default/files/Introduction%20to%20Plant%20Physiology%20%7BWilliam%20G.%20Hopkins%7D%20%5B9780470247662%5D%20%28Wiley%20%202008%29.pdf>
- Jacinto, R. J., y García, M. E. (1995). Fijación de CO₂, en *Agave angustifolia* Haw. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 57, 5-10. <https://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/download/1471/1125/>
- Kumar, A. & Ram, C. (2021). Agave biomass: A potential resource for production of value-added Products. *Environmental Sustainability*, 4, 245–259. <https://doi.org/10.1007/s42398-021-00172-y>
- Liu, D., Palla, K. J., Hu, R., Moseley, R., Mendoza, C., Chen, M., Abraham, P. E., Labbé, J. L., Kalluri, U. C., Tschaplinski, T., Cushman, J., Borland, A., Tuskan, G. & Yang, X. (2018). Perspectives on the basic and applied aspects of crassulacean acid metabolism (CAM) research. *Plant Science*, 274, 394–401. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.06.012>
- López, R. J. C., Ayala, Z. J. F., González, A. G. A., Peña, R. E. A. & González, R. H. (2018). Biological activities of Agave by-products and their possible applications in food and pharmaceuticals. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(7). <https://doi.org/10.1002/jsfa.8738>
- LPCFA (2022). Borrador. Ley para la Protección, Conservación, Fomento y Aprovechamiento de la Cadena Agroalimentaria del Maguey pulquero del estado de Hidalgo.
- Lueangwattanapong, K., Ammam, F., Mason, M., Whitehead, C., McQueen, M. S. J., Gómez, L. D., Smith, J. A. C. & Thompson, I. P. (2020). Anaerobic digestion of Crassulacean Acid Metabolism plants: Exploring alternative feedstocks for semi-arid lands. *Bioresource Technology*, 297, 122262. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122262>
- Matiz, A., Mito, P. T., Mayorga, A. Y., Freschi, L., & Mercier, H. (2013). CAM photosynthesis in bromeliads and agaves: what can we learn from these plants? *Photosynthesis*, 91–134. <https://doi.org/10.5772/56219>
- Medina, M. C., Roldán, C. E. I., Vázquez, J. M. 2022. Caracterización fisicoquímica, microbiológica y organoléptica del aguamiel y pulque del Alto Mezquita, Hidalgo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 19(4): 448-462. <https://doi.org/10.22231/asyd>
- Merino, L. (2019). *Uso y conservación de la biodiversidad en México. Crisis ambiental en México. Ruta para el cambio*. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.libros.unam.mx/crisis-ambiental-en-mexico-ruta-para-el-cambio-9786073023337-libro.html>
- Niechayev, N. A., Jones, A. M., Rosenthal, M. D. & Davis, S. C. (2019) A model of environmental limitations on production of Agave americana L. grown as a biofuel crop in semi-arid regions. *Journal Experimental Botany*, 70, 6549–6559. <https://doi.org/10.1093/jxb/ery383>
- Pérez, Z. M. de L., Hernández, A. J. C., Bideshic, Dennis, K. & Barboza C. J. E. (2020). Agave: a natural renewable resource with multiple applications. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 100 (15), 5324-5333. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10586>
- Reddy, K. S. & Shanker, A. K. (2018). *Agroforestry opportunities for enhancing resilience to climate change in rainfed areas*. Central Research Institute for Dryland Agriculture, Hyderabad. <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/content/454276/agroforestry-opportunities-for-enhancing-resilience-to-climate-change-in-rainfed-areas/>
- Roldán, Cruz E., Chavarría, M. J, Cano de la R. J. 2022. Intervenciones programáticas y bioeconomía: repensar la viabilidad del maguey. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 13(1): 167-179.



- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2021). *Producción Agropecuaria y Pesquera, Producción anual. Estadística de Producción Agrícola, Datos Abiertos*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php
- Subedi, R., Akbar, D., Ashwath, N., Rolfe, J. & Rahman, A. (2017). Assessing the Viability of Growing *Agave tequilana* as a Biofuel Feedstock in Queensland, Australia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7, 172–180. <https://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/5140>
- Tapia, M., Flores, E. y Serrano, A. (2020). *Cambio climático, energía y medio ambiente. Por un futuro sustentable para México. Propuestas para una agenda ambiental*. Friedrich Ebert Stiftung. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/16970.pdf>
- Velázquez-Cigarroa, E. (2022). Post-pandemia y educación. Proyectos comunitarios impulsados en la maestría en gestión para el desarrollo sustentable. *Revista Electrónica En Educación Y Pedagogía*, 6(10), 10-13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8509027>
- Villegas, S. P. A., Toledano, T. T., Canto, C. B. B., Larqué, S. A. & Barahona, P. L. F. (2014). Hydrolysis of *Agave fourcroydes* Lemaire (henequen) leaf juice and fermentation with *Kluyveromyces marxianus* for ethanol production. *BMC Biotechnology*, 14. <https://doi.org/10.1186/1472-6750-14-14>
- Yang, X., Cushman, J. C., Borland, A. M., Edwards, E.J., Wulschleger, S.D. & Tuskan, G. A. (2015). A roadmap for research on crassulacean acid metabolism (CAM) to enhance sustainable food and bioenergy production in a hotter, drier world. *New Phytology*, 207, 491–504. <https://doi.org/10.1111/nph.13393>

