

Sistemas de manejo de agaves pulqueros en el estado de Hidalgo Management systems of agave for pulque in Hidalgo state

M. A. Vega García^a, G. D. Álvarez-Ríos^b, C. J. Figueredo-Urbina^{c*}

^a Área Académica de Biología, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184, Pachuca, Hidalgo, México.

^b Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, 58190, Morelia, Michoacán, México.

^c Investigadora por México CONACYT, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 43600, Tulancingo, Hidalgo, México.

Resumen

Los agaves son plantas de importancia biocultural para los pueblos de México, actualmente poseen múltiples usos, entre ellos, la extracción de savia para elaborar pulque. El estado de Hidalgo es uno de los principales productores de maguey y pulque del país, sin embargo, no existe una caracterización detallada de los sistemas dedicados a este propósito. Se caracterizaron tres sistemas de manejo de agave pulquero en Hidalgo: bordos, jardín de traspatio y metepantles, evaluando la intensidad de manejo de estos a través de las especies contenidas, las prácticas de manejo, las variedades tradicionales de agave y la producción. Se registraron cinco especies y 20 variedades tradicionales de agaves pulqueros, siendo el jardín de traspatio el más diverso, con cinco especies y 10 variedades, mientras que los metepantles resultaron el más intenso, produciendo 270 litros de pulque al día. Con este estudio se evidencia que estos sistemas de manejo conservan una amplia agrobiodiversidad de agaves y otras especies útiles, además de ser espacios productivos fundamentales para la manutención de familias en contextos rurales.

Palabras Clave: agrobiodiversidad, maguey, metepantles, pulque.

Abstract

Agaves are plants with a biocultural importance for the peoples of Mexico, currently they have multiple uses, among them, the extraction of sap to elaborate pulque. The Hidalgo State is one of the main producers of agave and pulque in Mexico, however there is no detailed characterization of the systems dedicated to this purpose. Three management systems of agave were characterized in Hidalgo: backyard gardens, *bordos*, and *metepantles*, evaluating the intensity of management of these through the species, practices, traditional varieties of agave and production. Five species and 20 traditional varieties of agaves were recorded; the backyard garden being the most diverse, with five species and 10 varieties, while the *metepantles* were the most intensive, producing 270 liters of pulque per day. These systems conserve an important agrobiodiversity of agaves and other useful species, being fundamental productive spaces for the maintenance of families in rural contexts.

Keywords: agrobiodiversity, maguey, metepantle, pulque.

1. Introducción

Los agaves son plantas xerófilas, con adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permite vivir en ecosistemas áridos (García-Mendoza *et al.*, 2019). Estas son consideradas especies clave en los ecosistemas en donde se encuentran, por la cantidad de funciones y recursos que aportan, así como las interacciones que mantienen con otros organismos (Torres-García *et al.*, 2019). Algunas de las adaptaciones más importantes que presentan los agaves, es el desarrollo de la succulencia en las hojas, que les permite almacenar agua. Poseen un metabolismo CAM (por sus siglas

en inglés *Crassulacean Acid Metabolism*), con el cual transpiran y abren sus estomas por las noches, esto les permite tener una pérdida mínima de agua y obtener ganancias netas de carbono, esta característica es común en plantas que habitan zonas con temperaturas muy elevadas (García-Mendoza *et al.*, 2019).

Los agaves en México son de gran importancia en distintos ámbitos, tanto culturales, como económicos, en especial para comunidades rurales indígenas y mestizas. Estos han sido y son parte importante en la vida de los mexicanos por la gran cantidad de usos que se le han dado y la abundancia con la que se encuentran en los territorios (Torres-García *et al.*, 2019). Se

*Autor para la correspondencia: figueredocj@gmail.com

Correo electrónico: ve362316@uaeh.edu.mx (Mirna Alejandra Vega-García), galvarez@cicco.unam.mx (Gonzalo D. Álvarez-Río), figueredocj@gmail.com (Carmen Julia Figueredo-Urbina).

Historial del manuscrito: recibido el 15/09/2022, última versión-revisada recibida el 27/11/2022, aceptado el 28/11/2022, en línea (postprint) desde el 29/11/2022, publicado el 05/01/2023. DOI: <https://doi.org/10.29057/icbi.v10i20.9598>



han registrado alrededor de 22 categorías de uso y 40 usos específicos para este grupo de plantas (Colunga-GarcíaMarín *et al.*, 2017). Entre estos usos, uno de los más relevantes, es el consumo de su savia como bebida, aguamiel cuando es fresca y pulque cuando está fermentada.

Los sistemas de manejo de agave pulquero (S.M.A.P.) son espacios productivos donde su componente principal es el agave y los conforman distintos elementos, como las variedades tradicionales de agave, los conocimientos tradicionales de prácticas de manejo para el mantenimiento de los cultivos de agave, así como diferentes técnicas para la extracción del aguamiel y posteriormente obtener pulque, herramientas necesarias para desempeñar las actividades y personas con distintos roles para cumplir con los fines de aprovechamiento del sistema (Álvarez-Ríos *et al.*, 2020a).

Actualmente, Hidalgo es el estado con mayor extensión de cultivo de maguey pulquero con 4,858 hectáreas que representa el 65.51% de la extensión nacional y por ende con la mayor producción de pulque con un total de 111,682,000 litros de pulque al año, que representa el 66.89% de la producción nacional seguido por Tlaxcala con 37,397,000 litros de pulque (22.4%), en tercer lugar, Puebla con 11,103,000 litros de pulque (6.65%) y en cuarto sitio el Estado de México con 4,595,000 litros (2.75%) (SAGARPA, 2020).

Debido a que el estado de Hidalgo se ubica entre los primeros en producción de pulque en el país y dada la importancia histórica, ecológica, económica, social y cultural de los sistemas de manejo de agave pulquero, surgen las siguientes interrogantes: 1) ¿Cuáles son los sistemas de manejo de agave pulquero y las prácticas de manejo que se llevan a cabo en Hidalgo? 2) ¿Cuál es la diversidad de variedades tradicionales de agaves mantenidas en estos sistemas de manejo? 3) ¿Cuál es la intensidad de manejo de los sistemas? En ese sentido, el objetivo de esta investigación es caracterizar los sistemas de manejo de agave pulquero en el estado de Hidalgo, haciendo énfasis en las variedades tradicionales de agave, sus principales características y la intensidad con las que son manejados estos sistemas; contribuyendo así a comprender el estado actual de estos sistemas en Hidalgo.

2. Metodología

2.1. Área de estudio

Se caracterizaron los S.M.A.P. en tres localidades del estado de Hidalgo (Figura 1). La primera fue el rancho La Gaspereña en la localidad de Singuilucan, dentro del municipio del mismo nombre, tienen un clima templado subhúmedo, con una temperatura media anual de 15° C. La vegetación que encontramos en la zona son bosques de pino-encino y matorrales, además de zonas de cultivo con cebada, avena y agaves pulqueros. La localidad de El Lirio, en el municipio Epazoyucan, tiene un clima templado-subhúmedo en la mayor parte del municipio con una temperatura media anual de 15 °C. La mayoría de la población se dedica a los cultivos anuales. Finalmente, la localidad de El Cubo, ubicada en el municipio de Cardonal, tiene un clima semiárido, la mayoría de su vegetación es xerófila. La población tiene como fuente principal de ingreso la venta de aguamiel, pulque y distintos productos derivados de los magueyes (INEGI, 2015).

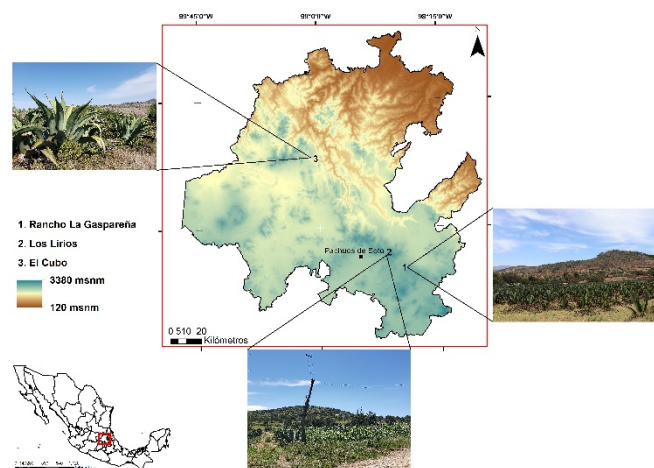


Figura 1: Mapa de los sistemas de estudio, 1) Rancho La Gaspereña Singuilucan (*Metepantles*), 2) Los Lirios, Epazoyucan (*Bordos*) y 3) El Cubo, El Cardonal (*Jardín de traspatio*). Fotos: C.J Figueredo.

2.2. Evaluación etnobotánica e intensidad de manejo

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a los manejadores de tres los S.M.A.P con seis apartados: 1) Historia de vida, 2) Variedades de agave pulquero, 3) Manejo del agave pulquero, 4) Manejo de otros componentes del sistema, 5) Otros usos de los agaves y 6) Comercialización de pulque y otros derivados de los agaves. Esta herramienta metodológica permite generar información a partir de un cuestionario organizado en preguntas y temas, pero con la flexibilidad de que los entrevistados pueden exponer y orientar libremente sus respuestas, así como tratar temas emergentes (Bernard, 1995).

Además, se hicieron recorridos para identificar diferentes elementos de los S.M.A.P., como la cantidad y disposición de las variedades tradicionales en los sistemas, prácticas de manejo (tipo de cuidados, reproducción, cosecha, riego, uso de insumos, temporalidad), presencia de otros cultivos, vegetación silvestre y extensión del sistema, así como precisar las características de las variedades tradicionales *in situ* y la identificación taxonómica de acuerdo con la clasificación de Gentry (1982).

Se aplicó un índice de intensidad de manejo, a través de los 18 indicadores propuestos Álvarez-Ríos *et al.*, (2020a), con el fin de evaluar la intensidad de manejo de los sistemas estudiados (ver Tabla 1, página 9 Álvarez-Ríos *et al.*, 2020a). Los indicadores poseen una escala del uno al cinco (los valores más altos reflejan prácticas de mayor intensificación), la sumatoria total de los indicadores entre el número máximo potencial (90) arroja un cociente entre “0” y “1”, siendo este último el valor máximo para la intensidad de manejo.

3. Resultados y discusión

3.1. Los manejadores de agave

En las localidades estudiadas, siete de los manejadores fueron hombres en edades comprendidas entre los 32 y 74 años, con un promedio de 51 años, mientras que la única mujer entrevistada tiene una edad de 87 años. Generalmente la edad de los manejadores de agave pulquero es avanzada, siendo los

adultos maduros (30 a 59 años) y mayores (>60) los que mantienen activo el campo mexicano, siendo cada vez es menos frecuente que jóvenes (menores a treinta años) lleven a cabo labores del campo, como se reporta en otras comunidades de los estados de Chiapas, Guerrero, Michoacán de Ocampo, Oaxaca, Puebla y Veracruz de Ignacio de la Llave (INEGI, 2016). Esta ausencia femenina en los sistemas estudiados puede indicar que, los manejadores de agave pulquero en su mayoría son hombres, puesto que esta actividad se considera tradicionalmente masculina por la fuerza física que se necesita para estas labores como el capado (el corte del tallo del centro del agave para la extracción de aguamiel). Para el Valle del Mezquital, las mujeres Hñähñu son las que se dedican a la actividad del raspado diario (comunicación personal C. J. Figueredo). En otras regiones del país, como Michoacán y Puebla las mujeres también participan activamente en el manejo de los agaves pulqueros (Álvarez-Duarte et al., 2018).

3.2. Caracterización de los sistemas de manejo de agave pulquero

Se registraron tres diferentes S.M.A.P.: bordos, jardín de traspatio y metepantles

El S.M.A.P. de bordos, está presente en Los Lirios, este sistema consiste en la alineación de los agaves en superficies más altas, de más de un metro, rodeando o bordeando los cultivos anuales, como frijol, haba y maíz, de tal manera que los agaves funcionan como barreras contra el viento y la erosión, además de retener la humedad, fundamental para el desarrollo de los cultivos de temporal, ya que no cuentan con sistema de riego. Este tipo de práctica ha resultado de gran importancia agroecológica para la agricultura mesoamericana, este sistema también es utilizado en distintos estados de la república, principalmente en Tlaxcala, Puebla y Estado de México (Colunga-GarcíaMarín et al., 2017; Moreno-Calles et al., 2013). Cuenta con una extensión de 3.3 hectáreas, albergan un aproximado de 512 plantas de agave, no obstante, la producción de pulque es baja, únicamente se tienen de dos a cinco agaves en producción de manera simultánea. Para raspar los agaves y generar que mane la savia se emplea una cuchara de hierro filosa, llamada raspador, y se extrae con una botella de plástico de dos litros agujereada de la base, por la cual se succiona, mientras que el extremo de la boca de la botella se conecta a una manguera plástica, la cual se introduce en la oquedad del maguey, se obtienen de cinco a diez litros de savia al día. El pulque se fermenta en espacios dentro de los hogares familiares, en un sitio fresco y oscuro donde se ubican botes de plástico de 100 litros, en los cuales se vacía el aguamiel recién colectado al pulque del día anterior, para “alimentarlo” y continuar la fermentación de la bebida. Aquí la producción es exclusiva para el consumo familiar, aunque el productor no lo vende, el precio del pulque en la localidad es de 12 MXM (pesos mexicanos). En este sistema se registraron dos especies, la especie domesticada *A. salmiana* var. *salmiana* y la especie silvestre *A. salmiana* ssp. *crassispina*. La reproducción de ambas especies se lleva a cabo de manera asexual, a través de los “hijuelos”, que son propágulos rizomáticos. Los agaves se desarrollan entre siete u ocho años para alcanzar su madurez y estar listos para su aprovechamiento para pulque, utilizando principalmente la especie domesticada (*A. salmiana* var. *salmiana*), aunque en ocasiones se llega a utilizar a *A. salmiana* ssp. *crassispina*, que

están dedicados mayoritariamente a la formación de densos cercos vivos. Otro uso importante de los agaves en este sistema es el aprovechamiento de sus hojas para la elaboración de la barbacoa, platillo icónico de la región que consiste en la cocción de carne principalmente de borrego en hornos bajo tierra, con las que las hojas son fundamentales para colocar la carne y recubrir el horno, impregnando de un particular aroma y sabor a los alimentos. Este sistema además de los agaves cuenta con islas de vegetación silvestre con especies como nopales (*Opuntia* spp.), y enebros (*Juniperus flaccida*).

El S.M.A.P. de jardín de traspatio, se registró en El Cubo, este sistema es un espacio contiguo a la casa principal de las personas, donde se cultivan diversas especies útiles y se tiene algunos animales domésticos, como gallinas y guajolotes. Este espacio contaba con una extensión de 0.3 ha. Aquí los agaves se encuentran intercalados con otras plantas útiles como nopales y tunas (*Opuntia* spp.), sotoles (*Dasyllirion* sp.) y palmas (*Yucca* sp.) y árboles para protegerse del sol como pirules (*Schinus molle*). Se registraron cinco especies en este sistema: *A. americana*, *A. salmiana* var. *salmiana*, *A. salmiana* var. *ferox*, *A. salmiana* ssp. *crassispina* y *A. mapisaga*. Todos los agaves se propagan asexualmente, trasplantando individuos de otros sitios o los hijuelos que salen de los agaves ya establecidos. Los agaves tardan en madurar de ocho a diez años para que se puedan raspar. En este sistema se aprovechan entre siete y ocho agaves de manera simultánea, produciendo cada planta de dos a cuatro litros al día, durante dos meses, llegando a los 20 a 25 l de producción diaria. Los agaves se raspan tres veces al día, mañana, medio día y tarde, ya que por las altas temperaturas es necesario sacar la savia constantemente, de lo contrario “se agria muy rápido” o “se echa a perder”, lo cual indica que la fermentación es acelerada, tomando lugar rápidamente la fermentación acética que le confiere el sabor agrio. Para raspar y extraer la savia se utilizan el raspador y la botella de plástico con manguera. El pulque se elabora de la misma forma que el sistema anterior, se fermenta en botes de plástico de 100 litros, en espacios pequeños al interior de la casa. La producción final se destina tanto para el autoconsumo, pues es importante en la dieta diaria de los manejadores, como a la venta puesto que el pulque representa un ingreso económico, aunque pequeño sí constante. Se oferta a 10 MXN el litro a miembros de la comunidad, y a 25 MXN a personas ajenas a la comunidad, generalmente turistas.

El S.M.A.P. de metepantles, se encuentra en La Gasparena. Los metepantles (del náhuatl, *metl*: maguey, *pantli*: hilera) son líneas de agaves intercaladas entre el terreno cultivable, las hileras de agave se establecen a contra pendiente del terreno, constituyendo unas terrazas en las que se siembran cultivos anuales como maíz, frijol, haba, calabaza, avena y cebada, utilizados para consumo humano y para forraje. Alrededor de los metepantles se encuentran árboles frutales, tejocotes (*Crataegus mexicana*), capulines (*Prunus serotina* subsp. *capuli*), chabacanos (*Prunus armeniaca*), ciruelos (*Prunus domestica*), duraznos (*Prunus persica*), peras (*Pyrus communis*) y membrillos (*Cydonia oblonga*), además de contar con un remanente de bosque de pino-encino y también matorral, con algunos agaves “escapado” (naturalizados) y silvestres. En una extensión de 26 hectáreas cuenta con cerca de 10 hectáreas de cultivo de agaves en hileras y los viveros en donde se mantienen los hijuelos hasta que alcanzan el tamaño para ser llevados a las hileras. Allí se registraron dos

especies *A. salmiana* var. *salmiana*, *A. salmiana* ssp. *crassispina*. A los cuales se les da diferentes usos, aunque el principal es el pulque, se utilizan las pencas del agave para preparar la barbacoa y se extrae la cutícula de las hojas o mixiote para cocinar, además se elabora el concentrado de aguamiel, vinagre de pulque y destilado de pulque. La cantidad de agaves que raspan puede alcanzar hasta los 50 individuos, que tardan de diez a quince años en llegar a su madurez para poder rasparlos, aquí los agaves son de mayor talla comparados con los de los otros sistemas y una sola planta llega a producir más de quince litros al día. Se raspa dos veces al día, extrayendo la savia con un acocote (instrumento tradicional para la colecta de aguamiel) de fibra de vidrio, obteniendo en promedio 270 litros de pulque al día. Los agaves en este sistema de manejo pueden permanecer produciendo en promedio de dos a cuatro meses. En este sistema la producción de pulque se lleva a cabo en el tinacal, un cuarto específico para el depósito del aguamiel y su fermentación. En este espacio el pulque se fermenta en tinas de cuero de res. Aquí el pulque se mantiene hasta que está listo para su consumo, ya sea como bebida o ingrediente de diversas preparaciones de la cocina tradicional de la familia y de la región. Mientras que otra parte de la producción sale a la venta a personas de la comunidad o a personas que vienen de otras localidades en un precio de 15 MXN el litro. En este sistema se utilizan abonos orgánicos elaborados en el sitio a través de restos de cosecha y estiércol de borregos, el riego es en temporadas de lluvia, y a diferencia de los demás estudiados si se utiliza maquinaria para limpiar el terreno y prepararlo para la siembra de los agaves.

3.3. Diversidad de variedades tradicionales de agave pulquero

Se registraron un total de 20 variedades tradicionales de agave pulquero (Apéndice A). De ellas, una variedad corresponde a la especie *A. mapisaga*, y una a *A. americana*. Mientras que los 18 restantes corresponden a la especie *A. salmiana*, dentro de esta especie encontramos las siete que pertenecen a *A. salmiana* var. *salmiana*, cuatro a *A. salmiana* ssp. *crassispina*, y una a *A. salmiana* var. *ferox*.

A. salmiana var. *salmiana* es la especie con mayor número de variedades tradicionales, como se ha reportado en otros trabajos a) (Álvarez-Ríos et al., 2020 a, b; Figueredo et al., 2021; Mora-López et al., 2011; Reyes-Agüero et al., 2019). Esto se debe a la gran capacidad adaptativa de la especie para desarrollarse de manera óptima en diversas condiciones ambientales, a su amplia plasticidad fenotípica que le confiere diferentes características por las cuales los manejadores la clasifican, y al proceso de la domesticación de esta especie.

En el sistema de bordos, se registraron tres variedades tradicionales de agave pulquero: (1) *Manso* (*Agave salmiana* var. *salmiana*), (2) *Manso colorado* (*A. salmiana* var. *salmiana*) y (3) *Cimarrón* (*A. salmiana* ssp. *crassispina*). La variedad *Manso* es la preferida y más usada por obtener de ella una mayor calidad (mayor dulzor) y cantidad de aguamiel.

En el jardín de traspatio, se registraron diez variedades tradicionales de agave pulquero: (1) *Bronco verde* (*A. salmiana* ssp. *crassispina*), (2) *Chino* (*A. salmiana* var. *ferox*), (3) *Hok'uada* (*A. salmiana*), (4) *Huanté* (*A. americana*), (5) *Meco o Chichimeco* (*A. salmiana*), (6) *Muthá* (*A. salmiana* var. *salmiana*), (7) *Penca ancha* (*A. salmiana*), (8) *Penca*

larga (*A. mapisaga*), (9) *Poblano* (*A. salmiana* var. *salmiana*), (10) *Xamini* (*A. salmiana* ssp. *crassispina*). La variedad preferida es *Xamini*, ya que la percepción de los productores es la de mayor calidad y cantidad de aguamiel, aunque mencionan que esta variedad es cada vez más escasa por su alto aprovechamiento, pero escasa propagación.

En los metepantles registramos diez variedades tradicionales de agave pulquero: (1) *Ayoteco* (*A. salmiana*), (2) *Cenizo* (*A. salmiana* ssp. *crassispina*), (3) *Chalqueño* (*A. salmiana* var. *salmiana*), (4) *Chichimeco* (*A. salmiana*), (5) *Manso* (*A. salmiana* var. *salmiana*), (6) *Oreja de liebre* (*A. salmiana* var. *salmiana*), (7) *Palmilla* (*A. salmiana* var. *salmiana*), (8) *Penca ancha* (*A. salmiana*), (9) *Rayado* (*A. salmiana*) y (10) *Xamini* (*A. salmiana* ssp. *crassispina*). Aquí la variedad que prefieren es el *Manso* y el *Chalqueño*, ya que son las que mayor cantidad y calidad de aguamiel producen.

La riqueza de variedades tradicionales de agaves pulqueros identificadas es diferente en cada S.M.A.P. y cambia dependiendo la zona de estudio y los distintos factores bioculturales que se presenten. Cuando comparamos el número de variedades tradicionales identificadas en este estudio con otros estudios similares como es el caso de Mora-López et al., (2011), donde registraron 62 variedades tradicionales, resulta menor, sin embargo; cabe mencionar que su trabajo resulta de evaluaciones en varios estados de la República Mexicana (San Luis Potosí, Tlaxcala, Estado de México, Hidalgo, Zacatecas, Coahuila, Veracruz) y también en Guatemala.

Además, las prácticas de manejo de los productores influyen en el número de variedades registradas, por ejemplo, es común que haya introducción de otras variedades ajenas a la localidad, además de que se pueda dar procesos de hibridación entre variedades, generando nuevos tipos de agaves con características intermedias, esto cuando los agaves se reproducen sexualmente (Álvarez-Ríos et al., 2020b; Figueredo et al., 2021). Otros estudios han registrados números similares a los que hemos registrado aquí, Figueredo et al. (2021) documentó 19 variedades de agave pulquero en el estado de Hidalgo, Reyes-Agüero et al. (2019) encontraron 25 variedades tradicionales manejadas en los estados de Hidalgo, Estado de México y Tlaxcala. Por otro lado, Álvarez-Ríos et al. (2020a) reportan un total de 17 variedades en Tlaxcala, Ciudad de México, Hidalgo, Michoacán y Puebla, mientras que Álvarez-Duarte et al. (2018) registran diez variedades en localidades de Puebla y Tlaxcala. Podemos observar que tan solo en el estado de Hidalgo se cuenta con una alta riqueza de variedades tradicionales, que son muestra de la agrobiodiversidad mantenida en estos sistemas de manejo tradicional, sustentado en el conocimiento empírico que ayuda al mantenimiento y mejoramiento de las especies, introducción de especies de otras regiones y conservación de la flora silvestre que crece dentro de los sistemas (Colunga-GarcíaMarín et al., 2017).

Agave salmiana var. *salmiana* (especie domesticada) y *A. salmiana* spp. *crassispina* (especie silvestre) son especies que se encuentran en los tres S.M.A.P, también cuentan con el mayor número de usos registrados en este trabajo, puesto que son preferidas en su mayoría por su alto rendimiento y calidad en aguamiel, tamaños de sus pencas para barbacoa, hospedero de insectos comestibles, su capacidad para formar, retener y conservar el suelo, entre otros usos. Estas especies también han sido registradas en distintos trabajos como especies

dominantes en sistemas productivos de los estados de Hidalgo, Tlaxcala, San Luis Potosí y Estado de México, mostrándonos la importancia regional y nacional que poseen, además del valioso conocimiento tradicional y su alta variación morfológica. (Flores-Morales *et al.*, 2009; Reyes-Agüero *et al.*, 2019; Tello-Balderas y García-Moya, 1988; Torres-García *et al.*, 2019).

Cabe destacar que las especies presentes en los diferentes S.M.A.P., aunque se comparten, estas reciben diferentes nombres dependiendo la región, inclusive dentro del mismo sistema para una especie existen y se reconocen individuos con diferentes características. Siendo a través del conocimiento tradicional de los manejadores que estas diferencias en los agaves son identificadas, generando la clasificación campesina de las variedades tradicionales, por ejemplo, *Agave salmiana* var. *salmiana* la cual es clasificada dependiendo sus atributos en *Chalqueño*, *Manso*, *Manso colorado*, *Muthá*, *Oreja de liebre*, *Palmilla* y *Poblano*, en los sistemas de estudio, mientras que, en otros sistemas del estado, se identifica como *Amapola*, *Púa larga* o *Dämn*, siendo esta la especie con la mayor diversidad de variedades tradicionales en el estado (Figueredo *et al.*, 2021; Reyes-Agüero *et al.*, 2019). Es importante resaltar que esta clasificación va más allá de nombrar a los agaves de diferentes formas, sino que es una expresión del conocimiento ecológico tradicional de las comunidades, el cual se constituye a partir de la larga y continua interacción que las personas tienen con los agaves y con la gran capacidad de observación, abstracción y análisis de los elementos de la naturaleza por parte de los grupos humanos (Berkes *et al.*, 2000).

La clasificación campesina es un sistema sumamente útil para discernir entre los recursos disponibles y generar estrategias de aprovechamiento, por ejemplo, propagar variedades de agave más productivas de savia frente a otras de menor rendimiento. Reconocer, utilizar y fomentar este conocimiento, permitirá desarrollar estrategias de manejo contextualizadas, que representen una alternativa a los modelos de producción estandarizados (Torres *et al.*, 2021); procurando el bienestar socioeconómico y la soberanía alimentaria de las poblaciones rurales productoras, que son las que mantienen vigentes los S.M.A.P.

3.4. Intensidad de manejo de los sistemas

Para los metepantles se obtuvo el mayor índice de intensidad de manejo con un valor de 0.73, seguido del jardín de traspatio con 0.40 y, finalmente los bordos con 0.39 (Tabla 1, Figura 2). La elevada intensidad de manejo en los metepantles se debe en gran medida a la extensión de terreno cultivada, así como la cantidad de agaves aprovechados y por consiguiente su capacidad productiva, superando con creces a los otros sistemas estudiados. Además, la mayor producción en los sistemas genera que exista un espacio especializado para el manejo de volúmenes mayores, el tinacal, que cuenta con materiales especializados como la tina de cuero de res para la fermentación, mientras que los otros sistemas al tener una producción menor les es suficiente con un par de botes de plástico para mantener la bebida.

Tabla 1: Valores de indicadores e índice de intensidad de manejo para los sistemas de manejo de agave pulquero estudiados.

Indicador	Bordos	Jardín de traspatio	Metepantles
Superficie	2	1	4
% con agaves	2	2	4
Transformación del paisaje	2	2	2
Personas trabajando	1	1	2
Plantas en producción	1	2	5
Fertilizantes	1	2	3
Variedades	2	4	4
Madurez de agaves	4	3	3
Tiempo de extracción	2	1	3
Instrumento de colecta	3	3	4
Transporte de colecta	1	1	1
Lugar de fermentación	1	1	5
Material para fermentar	2	1	5
Cuidados del inóculo	3	3	5
Tiempo de fermentación	2	2	3
Precio del pulque	4	3	4
Producción	1	2	5
Escala de comercialización	1	2	4
Total	35	36	66
Índice de intensidad de manejo	0.39	0.40	0.73

Si comparamos los sistemas presentados en este trabajo con los evaluados en el trabajo de Álvarez-Ríos *et al.*, (2020a), podemos apreciar que los metepantles no son los sistemas más intensivos que existen, son las magueyeras de gran extensión las que representan un nivel de intensificación mayor (índice de 0.89), estos sistemas se caracterizan por presentar una alta densidad de agaves de manera continua, dejando muy poco o nulo espacio para el cultivo de otras especies.

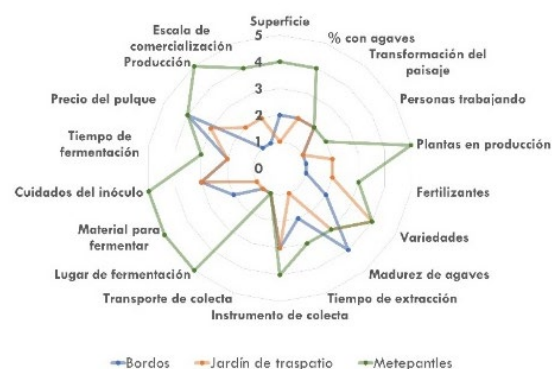


Figura 2: Gráfica de red con los indicadores de intensidad de manejo para los sistemas de manejo de agave pulquero estudiados.

Estos sistemas de magueyerías de gran extensión, aunque se presentan como muy productivos, tienden a tener problemas recurrentes de plagas y enfermedades, derivado de la cercanía de plantas y la alta disponibilidad de recursos para insectos con potencial de volverse plaga, como el caso del *pinacate* o picudo del maguey (*Scyphophorus acupunctatus*) que perfora el tallo central del agave, deposita sus larvas y se alimentan del tejido del agave, generando la pudrición de la planta lo que repercute en grandes pérdidas y focos de infección para la plantación (Escamilla-Barragán et al., 2022). En este sentido, se recomienda evitar sistemas con densidades altas de agaves y siempre alternar las líneas de agave con el establecimiento de otras especies de plantas que puedan servir como barreras para el paso de los insectos y como hábitat o percha de los depredadores del insecto plaga (Aquino et al., 2007; Escamilla-Barragán et al., 2022; Moreno-Calles et al., 2013). La conservación y tolerancia de la biodiversidad es una pieza clave para mantener un cultivo sano, los agaves al establecer relaciones con otros organismos y ser huésped de distintos animales, permite brindar beneficios al cultivo, como es el caso de los polinizadores (abejas, colibríes, avispas, palomillas y murciélagos). Además, también se pueden encontrar animales que cumplen un rol dentro de la cadena trófica de la parcela (ratones, cacomixtles, liebres, armadillos tejones, tuzas, víboras, lagartijas y hormigas), que a su vez son de importancia en la agricultura, puesto que regulan la población de insectos y son un perfecto control biológico de plagas (Narváez-Suárez et al., 2016).

Un sistema de metepantles evaluado en el estado de Hidalgo en el municipio de Zacualtipán de los Ángeles posee un índice menor (0.6) al de los metepantles de Singuilucan (0.73) (Álvarez-Ríos et al., 2020a). Es preciso apuntar que si bien los metepantles de Zacualtipán tienen una extensión similar (20 ha) y de igual manera intercalan otras especies entre las líneas de agave, los metepantles de Singuilucan tienen una mayor cantidad de magueyes en aprovechamiento y por lo tanto de producción de pulque, esto puede ser debido a la cercanía de Singuilucan a la ciudad de Pachuca y de otras localidades como CDMX, lo que les permite comercializar su producto más fácilmente, mientras que en Zacualtipán, estos metepantles al estar enclavados en el sistema montañoso de las Barrancas de Metztlán, la accesibilidad es una de las limitantes para que se puedan comercializar su producto, por lo que termina siendo un consumo local y reducido, aunque tengan la capacidad de producir un volumen mayor de pulque (Álvarez-Ríos et al., 2020a).

El jardín de traspatio es un sistema de manejo de recursos recurrente en diferentes regiones de México, estos espacios contiguos a los hogares son importantes reservorios de agrobiodiversidad y fuente de un amplio abanico de especies útiles, en las que sobresalen las alimenticias y medicinales, pero que también albergan plantas con otros usos, como textiles, herramientas y ornamentales (Hernández et al., 2017; Pérez-Volkow et al., 2022). En Hidalgo como uno de los estados con mayor diversidad de agaves, este género es uno de los elementos centrales de los sistemas aledaños a los hogares, funcionando como cercos vivos y proveedores de alimentos y bebida. En el municipio de Ixmiquilpan, los agaves tienen como uno de los principales usos, el textil, los agaves están contiguos a los hogares en los patios y son sus hojas un importante recurso para las familias, pues las cortan, muelen, desfibran, hilan y crean diferentes textiles, prendas de vestir,

sandalías, sogas, herramientas y artículos decorativos, que comercializan en mercados locales, regionales y nacionales (Reyes-Samilpa, 2016).

El sistema de bordos, aunque similar al de metepantles se considera de manera independiente por las particularidades que presentan, la principal es que las hileras o líneas de agaves están elevadas a una altura de un metro aproximadamente. Los metepantles también son conocidos como *Metepantlis*, terrazas en laderas suaves, bancales, melgas, semiterrazas o *slope terraces*, *pancles* o *pantles*, estos se crearon hace 3,000 años en el centro de México, siendo relevantes y ampliamente distribuidos en Mesoamérica, dentro de los cuales se ha descrito a *A. salmiana* entre las especies más utilizadas en estos sistemas. Se ha registrado como uno de los principales sistemas que albergan cultivos de agaves (Álvarez-Ríos et al., 2020 a, b; Moreno-Calles et al., 2013; Torres-García et al., 2019). Otra característica importante de este sistema es el papel preponderante de los agaves como cerco de protección para los cultivos anuales, siendo mantenidos en hileras con abundantes individuos que se van propagando de manera rizomática formando así barreras de muy difícil acceso, incluso dejando los agaves sin aprovechar para pulque pues su propósito principal es la protección y el cosecharlos implicaría reducirla, este sistema es similar al sistema de magueyes lindero registrado en Morelia, Michoacán (Álvarez-Ríos et al., 2020a).

4. Conclusiones

Los sistemas de manejo que se emplean en las localidades estudiadas en el estado de Hidalgo son metepantles, bordos y jardín de traspatio. En estos sistemas de manejo se llevan a cabo buenas prácticas de producción derivados del conocimiento transmitido por generaciones, entre las que destacan el nulo uso de agroquímicos y la tolerancia de flora y fauna nativa. Estos sistemas de manejo conjugan el aprovechamiento y la conservación de la biodiversidad. Existe una elevada agrobiodiversidad de agaves pulqueros en estos sistemas, con cinco especies y 20 variedades tradicionales de agaves pulqueros. La intensidad de manejo de los metepantles fue similar a lo reportado previamente, los bordos y jardines de traspatio son sistemas con una baja intensidad de manejo. Estos espacios productivos son diversos bioculturalmente, lo cual son una alternativa factible para evitar los problemas recurrentes por plagas y enfermedades y pérdida de biodiversidad, derivadas de los sistemas intensificados con altas densidades de plantas y homogeneidad paisajística.

Agradecimientos

Agradecemos a los manejadores de agaves y familias que nos abrieron las puertas de sus hogares para la realización de esta investigación. Este trabajo forma parte del proyecto de titulación de la primera autora Mirna Alejandra Vega García para la obtención del grado de Licenciada en Biología por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, fungiendo como tutora la Dra. Carmen J. Figueredo Urbina y como cotutor el M. en C. Gonzalo D. Álvarez Ríos. La investigación es parte del Proyecto Investigadoras e Investigadores por

México CONACYT CIR/0010/2022, con financiamiento parcial del proyecto CONACYT 317510.

Referencias

- Álvarez-Duarte, M. del C., García-Moya, E., Suarez-Espinosa, J., Luna-Cavazos, M., & Rodríguez-Acosta, M. (2018). Conocimiento Tradicional, Cultivo y Aprovechamiento del Maguey Pulquero en Municipios de Puebla y Tlaxcala. *Polibotánica*, 0(45), 205–222.
- Álvarez-Ríos, F. G., Figueredo-Urbina, C., & Casas, A. (2020 a). Sistemas de manejo de maguey pulquero en México. *Revista Etnobiología*, 18(2), 3–23.
- Álvarez-Ríos, G. D., Pacheco-Torres, F., Figueredo-Urbina, C. J., & Casas, A. (2020 b). Management, morphological and genetic diversity of domesticated agaves in Michoacán, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16(3), 1–17.
- Aquino Bolaños, T., Iparraguirre Cruz, M. A., & Ruiz Vega, J. (2007). *Scyphophorus acupunctatus* (=interstitialis) Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). Plaga del agave mezcalero: Pérdidas y daños en Oaxaca, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 7(1), 175–180.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2000). Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as Adaptive Management. *Ecological Applications*, 10(5), 1251–1262.
- Bernard, H. R. (2017). Research methods in anthropology: Qualitative and quantitative approaches. Rowman & Littlefield.
- Colunga-GarcíaMarín, P., Zizumbo-Villarreal, D., Torres, I., Casas, A., Figueredo Urbina, C. J., Rangel-Landa, S., Delgado-Lemus, A., Carrillo-Galván, G. (2017). Los agaves y las prácticas mesoamericanas de aprovechamiento, manejo y domesticación. In: A. Casas, F. Parra, & J. Torres-Guevara (Eds.), *Domesticación en el Continente Americano vol. 2*, Investigación para el manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo. Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Agraria La Molina (UNALM) del Perú, Ch 11, pp. 273–309.
- Escamilla-Barragán, F., Aguilar, J. H., Nava-Galicia, S. B., Juárez, R., Martínez-Toscano L. J., & Bibbins-Martínez M. B. (2022) El picudo (*Scyphophorus acupunctatus*) un gran enemigo del Agave en México. *Frontera Biotecnológica*, 21, 26–33.
- Figueredo-Urbina, C. J., Álvarez-Ríos, G. D., García-Montes, M. A., & Octavio-Aguilar, P. (2021). Morphological and genetic diversity of traditional varieties of agave in Hidalgo State, Mexico. *Plos One*, 16(7), 1–24.
- Flores-Morales, A., Castañeda-Hidalgo, E., Sánchez-Pérez, F. J., Romero-Aguilar, L., & Ruiz-Luna, J. (2009). Mecanismos de conservación y uso del maguey pulquero *Agave salmiana* en el altiplano mexicano. *Somas Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible*, 6, 1–10
- García-Mendoza, A. J., Franco Martínez, I. S., & Sandoval Gutiérrez, D. (2019). Cuatro especies nuevas de *Agave* (Asparagaceae, Agavoideae) del sur de México. *Acta Botánica Mexicana*, 126, 1–18.
- Gentry S. 1989. *Agaves of Continental North America*. USA: The University of Arizona Press, Tucson.
- Hernández Olvera, J., Calderón Álvarez, N., Ruiz Aceves, E., & Rodríguez Guerrero, J. (2017). Perspectivas del traspato y su importancia en la seguridad alimentaria. *Agroproductividad*, 10(7), 39–45.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015). Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). Estadísticas a propósito del Día del trabajador agrícola (15 de mayo). Datos Nacionales. INEGI. pp. 1–17.
- Mora-López, J. L., Reyes-Agüero, J. A., Flores-Flores, J. L., Peña-Valdivia, C. B., & Aguirre-Rivera, J. R. (2011). Variación morfológica y humanización de la sección Salmianae del género *Agave*. *Agrociencia*, 45(4), 465–477.
- Moreno-Calles, A. I., M. Toledo, V., & Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375–398.
- Narváez-Suárez, A. U., Martínez Saldaña, T., & Jiménez-Velázquez, M. (2016). El cultivo de maguey pulquero: opción para el desarrollo de comunidades rurales del altiplano mexicano. *Revista de Geografía Agrícola*, (56), 33–44.
- Pérez-Agüero, L., Diemont, S.A., Selfa, T., H. Morales, A. Casas (2022) From rainforest to table: Lacandon Maya women are critical to diversify landscapes and diets in Lacanja Chansayab, Mexico. *Agriculture Human Values*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10460-022-10352-z>.
- Reyes-Agüero, J. A., Peña-Valdivia, C. B., Aguirre-Rivera, J. R., & Mora-López, J. L. (2019). Intraspecific variation of *Agave mapisaga* Trel. and *A. salmiana* Otto ex Salm-Dyck. (Asparagaceae) related to ancestral usages at the Hñähñu region in central Mexico. *Agrociencia*, 53(4), 562–579.
- Reyes-Samilpa, L. A. (2016). Análisis etnobotánico y caracterización física de las fibras de *Agave salmiana* y *A. mapisaga* en la región de Ixmiquilpan, Hidalgo. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- SAGARPA. Estadística de producción agrícola (2020). <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>.
- Tello-Balderas, J. J., & García-Moya, E. (1988). The maguey (*Agave*, sugenue *Agave*) in the altiplano potosino-zacatecano. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 48, 119–134.
- Torres-García, I., Rendón-Sandoval, F. J., Blancas, J., Casas, A., & Moreno-Calles, A. I. (2019). The genus *Agave* in agroforestry systems of Mexico. *Botanical Sciences* 97(3), 263–290.
- Torres-García, I., Delgado-Lemus, A., Rangel-Landa, S., Álvarez-Ríos, G. and Pérez-Volkow, L. (2021). ¿Te beberías un jaguar hasta extinguirlo?: La vorágine mezcalera y alternativas desde MILPA A.C. *Boletín del CSSG*, 1–7.

Apéndice A. Variedades tradicionales de agave registrados en los sistemas estudiados

Variedad tradicional	Especie	Características distintivas de la variedad para los productores	Características de la producción del aguamiel para los productores	Usos	Sistema	Localidad
Ayoteco	<i>Agave salmiana</i>	Maguey gigante (mayor de 3 m), con pencas largas y anchas que tienden a irse de lado.	Tarda mucho tiempo en producir el aguamiel.	Pulque	Metepantles	Gas
Bronco verde	<i>Agave salmiana</i> ssp. <i>crassispina</i>	Maguey pequeño (menor de 1.5 m) de color verde oscuro, con pencas cortas y gran cantidad de dientes en forma de gancho.	El aguamiel que produce es muy escaso y poco dulce.	Pulque, forraje, leña, extracción de chinicuil.	Jardín de traspato	Cub
Cenizo	<i>Agave salmiana</i> ssp. <i>crassispina</i>	Tiene un color verde opaco o grisáceo, la textura de la penca es arrugada.	Produce entre 3 a 4L de aguamiel al día, su calidad es regular, pues es poco dulce.	Pulque	Metepantles	Gas
Chalqueño	<i>Agave salmiana</i>	Maguey gigante (3 a 4 m), pencas largas y anchas, color verde intenso,	Gran cantidad de aguamiel	Pulque	Metepantles	Gas

	var. <i>salmiana</i>	produce una gran cantidad de hijuelos.				
Chichimeco	<i>Agave salmiana</i>	De tamaño pequeño, se distingue porque sus pencas poseen unas franjas amarillas en los márgenes de las pencas.	Aún no están listos para producción.	Ornamental	Metepantles	Gas
Chino	<i>Agave aff. salmiana</i> var. <i>ferox</i>	Maguey mediano (2m), de color verde claro, pencas anchas de la parte media, gran cantidad de espinas.	Produce gran cantidad de aguamiel y de buena calidad.	Pulque, forraje	Jardín de traspatio y metepantles	Cub
Cimarrón	<i>Agave salmiana</i> ssp. <i>crassispina</i>	Maguey pequeño (1.5 m), de color verde oscuro.	Produce menos aguamiel que el Manso.	Pulque, forraje	Bordos	Lir
Hoc'uada	<i>Agave salmiana</i>	Pencas largas y anchas.	Produce de 3 a 4L de aguamiel, es de muy buena calidad, su consistencia es ligera y su sabor dulce	Pulque, cerco vivo	Jardín de traspatio y metepantles	Cub
Huanté	<i>Agave americana</i>	Maguey de color verde claro o blanquecino, tiene gran cantidad de pencas largas y delgadas.	Produce 3L de aguamiel al día, es de buena calidad, consistencia ligera y sabor dulce	Pulque, forraje,	Jardín de traspatio	Cub
Manso	<i>Agave salmiana</i> var. <i>salmiana</i>	Maguey grande (2.5 m), con pencas anchas de la base, dientes laterales uniformes, de color verde intenso.	Produce gran cantidad de aguamiel y de muy buena calidad.	Pulque, penca para barbacoa, mixiotes, forraje	Metepantles y bordos	Gas, Lir
Manso colorado	<i>Agave salmiana</i> var. <i>salmiana</i>	Similar al Manso, pero de menor altura y con las puntas de las hojas rojas	Produce poca cantidad de aguamiel y es de mediana calidad.	Pulque, cerco vivo, construcción	Bordos	Lir
Meco	<i>Agave salmiana</i>	Pencas verdes con las orillas de color amarillo.	No es común que se use para extraer su aguamiel.	Medicinal	Jardín de traspatio	Cub
Mutha	<i>Agave salmiana</i> var. <i>salmiana</i>	Pencas largas y anchas.	Produce 4.5L de aguamiel al día, su calidad es mediana, su consistencia es espesa y su sabor es dulce.	Pulque, forraje, penca para barbacoa.	Jardín de traspatio	Cub
Oreja de liebre	<i>Agave salmiana</i> var. <i>salmiana</i>	Hojas grandes muy anchas de la base y terminan en punta, color verde cenizo.	Produce entre 3 a 4L de aguamiel al día, su calidad es buena, pues su aguamiel es muy dulce.	Pulque	Metepantles	Gas
Palmilla	<i>Agave salmiana</i> var. <i>salmiana</i>	Las puntas de las pencas se doblan hacia adentro.	Aún no están listos para producción.	Pulque	Metepantles	Gas
Penca ancha	<i>Agave salmiana</i>	De pencas muy anchas, color verde.	Produce 4.5L de aguamiel al día, su calidad es mediana, su consistencia es espesa y es dulce.	Pulque, penca para barbacoa	Jardín de traspatio y metepantles	Cub, Gas

Penca larga	<i>Agave mapisaga</i>	Sus pencas son muy largas y delgadas.	Mayor producción de aguamiel en comparación de otras variedades, aunque su aguamiel es espesa y no tan dulce, se pudre más rápido en comparación de otros agaves.	Pulque, penca para barbacoa, forraje	Jardín de traspatio	Cub
Poblano	<i>Agave salmiana</i> var. <i>salmiana</i>	Maguey grande (2-2.5 m), con pencas largas y anchas.	Produce de a 2 a 4L de aguamiel al día.	Pulque, penca para barbacoa	Jardín de traspatio	Cub
Rayado	<i>Agave salmiana</i>	Presenta líneas blancas a lo largo de las hojas.	No es común que se use para extraer su aguamiel.	Ornamental	Metepantles	Gas
Xaminí	<i>Agave salmiana</i> ssp. <i>crassispina</i>	Tiene una coloración verde ligeramente cenizo, sus pencas son anchas, tiene bastantes dientes.	El aguamiel que produce es muy dulce y de gran cantidad 4 litros al día aprox.	Pulque	Jardín de traspatio y metepantles	Cub, Gas

Gas: La Gaspareña, Cub: El Cubo, Lir: El Lirio