



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
COMPLEJO REGIONAL NORTE – SEDE TETELA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE *Agaves* PULQUEROS EN
DOS COMUNIDADES DE TLATLAUQUITEPEC, PUEBLA**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**PRESENTA:
URIEL BENAVIDES POLO**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. IGNACIO VÁZQUEZ MARTÍNEZ**

TETELA DE OCAMPO, PUEBLA, MAYO DE 2022



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
COMPLEJO REGIONAL NORTE – SEDE TETELA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE *Agaves* PULQUEROS EN
DOS COMUNIDADES DE TLATLAUQUITEPEC, PUEBLA**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**PRESENTA:
URIEL BENAVIDES POLO**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. IGNACIO VÁZQUEZ MARTÍNEZ**

**ASESORES:
M. C. BENJAMÍN BARRIOS DÍAZ
DR. JESÚS MAO ESTANISLAO AGUILAR LUNA**

TETELA DE OCAMPO, PUEBLA, MAYO DE 2022

La presente tesis titulada: **Caracterización morfológica de Agaves pulqueros en dos comunidades de Tlatlauquitepec, Puebla.** Realizada por el alumno **Uriel Benavides Polo**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

**LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL
COMPLEJO REGIONAL NORTE – SEDE TETELA**

Consejo particular integrado por:

Firma

Director: Dr. Ignacio Vázquez Martínez



Asesor: M. C. Benjamín Barrios Díaz



Asesor: Dr. Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna



Tetela de Ocampo, Puebla, mayo de 2022

El presente trabajo forma parte del cuerpo académico: **BUAP-CA-324-Sistemas Agroforestales y Agrícolas Sostenibles**; y de la línea de **Agroforestería y Manejo Integrado de Cultivos**. Dicho trabajo fue financiado con recursos propios.

AGRADECIMIENTOS

A la **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**, por ser la institución que me albergo durante estos años; tengo la fortuna y estoy muy agradecido de haber pasado mi época de estudiante en las instalaciones de la sede de Tetela de Ocampo.

A mi director de tesis el **Dr. Ignacio Vázquez Martínez**, por su paciencia, dedicación y disponibilidad de tiempo para revisar esta tesis; el aporte de sus conocimientos y experiencias benefician a este trabajo, haciéndolo más extenso y rico en información.

A mis asesores de tesis el **M. C. Benjamín Barrios Díaz** y el **Dr. Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna**, por apoyarme en esta parte tan importante que es realizar la tesis, agradezco todo el conocimiento que aportan para enriquecer este trabajo y obtener un mejor resultado.

A los **maestros y cuerpo administrativo** de la sede Tetela de Ocampo, les agradezco que al realizar su trabajo cada uno generó un aporte importante para esta tesis, ya sea por una clase, algún consejo o ayuda con algún problema académico o personal.

A la **población y autoridades de las comunidades Ocotlán de Betancourt y Plan de Guadalupe**, por permitirme medir los magueyes presentes en sus calles y predios.

A los **Tlachiqueros de ambas comunidades**, por la ayuda en la identificación de las variedades de maguey que utilizan para elaborar pulque.

A mis padres **Isidoro Benavides Gil** y **Rosalina Félix Polo Vázquez**, les agradezco por todo el tiempo y esfuerzo que han dedicado para forjarme como la persona que soy en la actualidad, todos mis logros se los debo a ustedes, incluyendo éste. Gracias por motivarme constantemente para hacer mejor las cosas y con esto alcanzar todas mis metas.

A mi hermana **Sofía**, por siempre estar ahí para dar un consejo o unas palabras de motivación y por apoyarme en todo momento.

A mi hermano **Sergio**, por todo el apoyo que brinda cuando necesito. Sé que cuento con un amigo y un hermano en la misma persona, gracias por todo.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo principalmente **a Dios**, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, que creyeron en mí y me sacaron adelante dándome ejemplos de superación y entrega, gracias a ustedes pude alcanzar esta meta. A mi madre **Rosalina Félix Polo Vázquez**, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. Así mismo a mi padre **Isidoro Benavides Gil**, que está conmigo siempre como mejor amigo, consejero y ejemplo a seguir. Sé que este momento es tan especial para ustedes como lo es para mí.

A mis hermanos **Sofía** y **Sergio**, por su cariño y apoyo en todos los momentos que necesite, por hacerme saber que siempre cuento con ustedes y por alentarme moralmente en todo momento y nunca dejarme solo.

El presente trabajo está dedicado a **mis familiares**, abuelos, tíos, primos y sobrinos, por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en este proceso.

A mis **amigos y compañeros** que me acompañaron durante esta travesía haciéndola más fácil y divertida, por ofrecerme su amistad y compartir todas las experiencias vividas durante nuestra vida universitaria, con quienes compartí grandes momentos y experiencias y de quienes pude aprender muchas cosas. Su compañía y apoyo fueron muy importantes para mí durante la universidad.

ÍNDICE GENERAL

I INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
III. OBJETIVO(S)	5
3.1 Objetivo general.....	5
3.2 Objetivos específicos	5
IV. JUSTIFICACIÓN	6
V. REVISIÓN DE LITERATURA	7
5.1 Antecedentes.....	7
5.2 Distribución geográfica	10
5.3 Descripción botánica	11
5.4 Cultivo de maguey	12
5.5 El maguey en sistemas agroforestales	14
5.6 Especies más conocidas	15
5.7 Explotación del maguey.....	17
5.8 Productos y beneficios que se obtienen de maguey.....	18
5.9 Importancia económica de pulque	20
VI MATERIALES Y MÉTODOS	24
6.1 Descripción geográfica del área de estudio	24
6.2 Descripción geográfica de las comunidades.....	24
6.3 Metodología	26
6.4 Análisis estadístico	29
VII RESULTADOS	31
7.1 Descripción de caracteres morfológicos	32
7.2 Identificación por nombre común según tlachiqueros.....	45
VIII DISCUSIÓN	47
IX CONCLUSIÓN	52
X LITERATURA CITADA	54

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características morfológicas más frecuentes para la clasificación.....	27
2	Aparatos de medición y equipo.....	28
3	Características morfológicas que se evaluaron en las variedades de maguey pulquero.....	28
4	Resultados de procedimiento GLM de SAS.....	30
5	Características cuantitativas del maguey pulquero en Ocotlán de Betancourt.....	32
6	Características cualitativas del maguey pulquero Ocotlán de Betancourt.....	32
7	Características cuantitativas del maguey pulquero en Plan de Guadalupe.....	38
8	Características cualitativas del maguey pulquero en Plan de Guadalupe.....	38
9	Nombres comunes del maguey pulquero según tlachiqueros de Ocotlán de Betancourt.....	44
10	Nombres comunes del maguey pulquero según tlachiqueros de Plan de Guadalupe.....	45

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localización de las comunidades de Ocotlán de Betancourt y Plan de Guadalupe, en Tlatlauquitepec, Puebla.....	24
2	Dendograma de poblaciones de maguey pulquero en dos comunidades de Tlatlauquitepec.....	31
3	Maguey Verde.....	33
4	Longitud de la hoja.....	33
5	Ancho de la hoja.....	33
6	Longitud de espina terminal.....	33
7	Maguey Tepezorra Macho.....	37
8	Longitud de la hoja.....	34
9	Distancia entre espinas laterales.....	34
10	Longitud de espina terminal.....	34
11	Maguey Tepezorra.....	35
12	Ancho de la hoja.....	35
13	Distancia entre espinas laterales.....	35
14	Longitud de espina terminal.....	35
15	Maguey Macho.....	36
16	Longitud de la hoja.....	36
17	Distancia entre espinas laterales.....	36
18	Longitud de espina terminal.....	36
19	Maguey Xaco.....	37
20	Longitud de la hoja.....	37

21	Ancho de la hoja.....	37
22	Distancia entre espinas laterales.....	37
23	Maguey Verde.....	39
24	Forma de la hoja.....	39
25	Ancho de la hoja.....	39
26	Longitud de espina terminal.....	39
27	Maguey Cosante Verde.....	40
28	Forma de la hoja.....	40
29	Distancia entre espinas laterales.....	40
30	Longitud de espina terminal.....	40
31	Maguey Macho.....	41
32	Forma de la hoja.....	41
33	Ancho de la hoja.....	41
34	Longitud de espina terminal.....	41
35	Maguey Sierrilla.....	42
36	Forma de la hoja.....	42
37	Ancho de la hoja.....	42
38	Distancia entre espinas laterales.....	42
39	Maguey Cenizo.....	43
40	Longitud de la hoja.....	43
41	Ancho de la hoja.....	43
42	Longitud de espina terminal.....	43

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE *Agaves* PULQUEROS EN DOS COMUNIDADES DE TLATLAUQUITEPEC, PUEBLA

RESUMEN

La población de maguey que se encuentra en el área de estudio juega un rol económico, social y cultural. Desafortunadamente distintos factores la han disminuido, como la falta de interés de las nuevas generaciones en los conocimientos relacionados a las actividades de manejo del maguey y la producción de pulque, la introducción de cultivos de mayor rentabilidad como la papa, la condición de monocultivos y el excesivo uso de agro insumos. Además de la reducción por la urbanización y cambio de uso de suelo. La caracterización morfológica es el primer paso para la clasificación e identificación de las especies, con el fin conseguir un correcto uso, manejo y su conservación. Ambas comunidades carecían de una descripción de los caracteres morfológicos del maguey, para describirlos se realizó un conteo de la población total, y mediante la técnica de muestreo probabilístico se obtuvo una muestra de 245 ejemplares en cada una. Se evaluaron 12 características presentadas en la Guía técnica de descripción varietal de *agave* spp. que fueron significativas en otros estudios. Los resultados del procedimiento GLM mostraron una diferencia significativa ($P < 0.5$) entre las características morfológicas de las poblaciones, en Ocotlán las variables presentaron mayor valor en seis de nueve, siendo la altura de la planta de 202.4 cm, un diámetro de la roseta de 59.4 cm, el número de hojas fue de 43.4, con una longitud 150 cm y 35.9 cm de ancho. En Plan de Guadalupe las variables significativas fueron el número de espinas laterales con 49.9 y longitud de la espina terminal que fue de 6.9 cm. Se concluye que la descripción morfológica permite identificar las características cualitativas que los productores (tlachiqueros) valoran en el maguey para la producción de pulque. En Ocotlán existen cinco grupos siendo estos Maguey Verde, Maguey Tepezorra Macho, Maguey Tepezorra Hembra, Maguey Macho y Maguey Xaco. En Plan de Guadalupe se registran Maguey Verde, Maguey Cosante Verde, Maguey Macho, Maguey Sierrilla y Maguey Cenizo.

Palabras clave: Maguey, caracterización morfológica, comunidad, pulque, conservación.

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF PULQUEROS *Agaves* IN TWO COMMUNITIES OF TLATLAUQUITEPEC, PUEBLA

ABSTRACT

The population of Maguey that is in the study area plays an economic, social and cultural role. Unfortunately different factors have decreased it, as the lack of interest of the new generations in the knowledge related to the management activities of the maguey and the production of pulque, the introduction of crops of greater profitability such as the potato, the condition of monocultures and the excessive use of agricultural inputs. In addition to the reduction by urbanization and change of land use. Morphological characterization is the first step for the classification and identification of species, in order to achieve proper use, management and conservation. Both communities lacked a description of the morphological characters of the maguey, to describe them a count of the total population was made, and through the probabilistic sampling technique a sample of 245 copies in each one was obtained. 12 characteristics presented in the technical guide of Varietal Description of *Agave* spp were evaluated. that were significant in other studies. The results of the GLM procedure showed a significant difference ($p < 0.5$) between the morphological characteristics of the populations, in Ocotlán the variables presented greater value in six of nine, being the height of the plant of 202.4 cm, a diameter of the rosette of 59.4 cm, the number of leaves was 43.4, with a length 150 cm and 35.9 cm wide. In Guadalupe Plan the significant variables were the number of side thorns with 49.9 and terminal thorn length that was 6.9 cm. It is concluded that the morphological description allows identifying the qualitative characteristics that producers (tlachiqueros) value in the maguey for pulque production. In Ocotlán there are five groups being these Maguey Verde, Maguey Tepezorra Macho, Maguey Tepezorra Hembra, Maguey Macho y Maguey Xaco. In Guadalupe plan there are Maguey Verde, Maguey Cosante Verde, Maguey Macho, Maguey Sierrilla y Maguey Cenizo.

Key words: Maguey, morphological characterization, community, pulque, conservation.

I INTRODUCCIÓN

La caracterización morfológica de recursos fitogenéticos es la determinación de un conjunto de caracteres mediante el uso de descriptores definidos, que permiten diferenciar taxonómicamente a las especies (Hernández, 2013). Son rasgos o atributos que distinguen a un individuo de otro y facilitan agruparlo con los de características similares; pueden ser cualitativos o cuantitativos, incluyendo la forma, estructura, función y comportamiento. Se clasifican en citológicos, bioquímicos, fisiológicos y morfológicos (Teresa, 2020). Estos últimos se expresan de igual manera en todos los ambientes, son altamente heredables y detectados a simple vista (IPGRI, 1995). Las características visuales hacen referencia a las que están relacionadas con aspectos de manejo agronómico y de producción nombradas morfoagronómicas; las evaluativas, expresadas como reacción a los estímulos del medio ambiente y las llamadas botánicas-taxonómicas, que hacen referencia a la morfología y arquitectura de la planta (Franco, 2003).

Por medio del proceso de humanización y de las nuevas combinaciones genéticas, las características de las plantas muestran diferenciación genética (distinción ecológica, fisiológica y morfológica). Toda la variabilidad de una población se almacena en el genoma, y se expresa en las características, genotípicas y fenotípicas (Franco, 2003). Las diferencias biológicas, ecológicas y etnobotánicas de los recursos vegetales han sido tomadas en cuenta en el estudio de las interrelaciones entre los diversos grupos humanos con su medio, con el fin de ampliar los conocimientos en torno al aprovechamiento e importancia cultural, social y económica (Granados-Sánchez, 1993).

La familia *Agavaceae* es nativa de América (García-Mendoza, 1995). Conformada por nueve géneros y 340 especies, se encuentra principalmente desde el sur de Estados Unidos de América a Colombia y Venezuela (García-Mendoza, 2011). En México se encuentra la mayor riqueza y diversidad biológica, con 261 especies que representan el 75 % del total, con 117 que son endémicas (Eguiarte *et al.*, 2000).

El género *Agave* es el más grande y diverso en México con 159 especies y 119 de estas solo se encuentran en el país (García-Mendoza, 2011). Ha estado ligado a los habitantes de Mesoamérica desde hace unos 10000 años, a lo largo del tiempo varias especies han sido de gran importancia (Gentry, 1982). Gracias a sus diversos usos representan un alto valor económico y cultural, aprovechados como fuente de alimento, bebida, medicina, combustibles, cobijo, ornato, fibras duras (ixtle), abono, materiales para la construcción de viviendas y elaboración de implementos agrícolas (García-Mendoza, 2007). Existen variantes con relevancia regional, nacional e internacional, que cuentan con una alta variación morfológica (Colunga *et al.*, 1996).

Botánicamente los especímenes presentan una estructura básica en rosetas, flores e inflorescencias (García-Mendoza, 1995). Son monocotiledóneas y sus hojas también llamadas pencas se disponen en forma de roseta, en cada especie el borde y la forma son diferentes, puede ser lineal, espatulada, lanceolada, deltoide, oblonga u ovada, generalmente son rígidas y la mayoría cuenta con espinas laterales (Gentry, 1982). Son hermafroditas con inflorescencia en forma de espiga. Las flores son de color amarillo verdoso, y dentro de un fruto capsular leñoso contiene un gran número de semillas de testa negra y aplanada (Esparza-Ibarra *et al.*, 2015).

Entre estos destacan los *Agaves* utilizados en la producción de pulque, existe evidencia que se han aprovechado desde hace más de 3500 años, según vestigios encontrados en áreas culturales de Tula, Tulancingo y Teotihuacán (Parsons, 2000). El maguey pulquero nombre popular otorgado a las especies del género *Agave*, es percibido como un cultivo en peligro de extinción y en consecuencia la producción de pulque se considera como una actividad en proceso de desaparición (Moreno-Terrazas *et al.*, 2017). Esto pese a que la producción y venta de la bebida continúa siendo una de las bases de la economía de algunos pueblos del altiplano central, en lugares como Tlaxcala, Puebla, Hidalgo y Estado de México (Cúlhuac, 2013). En busca de mejores rendimientos y calidad de sus productos fibras, alimentos y bebida, muchas variantes de maguey se conservaron y evolucionaron, al ser trasplantados de su medio natural

a la cercanía de comunidades recolectoras, solares y parcelas agrícolas (Colunga *et al.*, 1996).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las especies del género *Agave* utilizadas en la elaboración de pulque en las dos comunidades carecen de una descripción de los caracteres morfológicos que ayude a clasificar la variación y diferenciarlas. Habitualmente son conocidas por su nombre común, en referencia a su espacio geográfico e importancia cultural, en formas relacionadas con otros aspectos sociales o religiosos, o bien con relación a sus rasgos calificativos (forma, color, olor, tamaño, textura, marcas, etc.). No conocer las especies que se aprovechan en la elaboración de pulque aumenta el desinterés de las nuevas generaciones por conservar este cultivo y los saberes para la elaboración de esta bebida, presentando un impacto negativo sobre el conocimiento que poseen los productores (Tlachiqueros) que pueden desaparecer al no ser transmitidos a la generación de relevo. Aunado a este problema se suma que las especies de agave presentes en la región han reducido su población y tienden a extinguirse debido al incremento de la urbanización con el aumento en la edificación de casa habitación, apertura, ampliación y pavimentación de calles para brindar servicios públicos. Otra problemática para la conservación de estas plantas es el fraccionamiento de la tierra, al heredar la tenencia de ésta a los hijos quienes realizan cambios en el uso del suelo. Se prevé que en el mediano y largo plazo las poblaciones de maguey estarán amenazadas por la extracción de pencas (hoja) empleadas en el proceso de la elaboración de barbacoa artesanal y pollo ahumado platillos muy comunes en la región de estudio, actualmente estas actividades extraen alrededor de 250 pencas por semana aproximadamente y se pronostica que se incremente. Otro factor es la introducción de cultivos de mayor rentabilidad como la papa, la condición de monocultivos y el excesivo uso de agro insumos. (herbicidas, plaguicidas) que controlan las malezas y tienen un efecto devastador sobre las especies antes mencionadas En este contexto la caracterización morfológica del maguey y de otros recursos fitogenéticos resalta su importancia al describir las particularidades de las

especies locales con las que se elabora el pulque y generar una estrategia de uso, manejo y conservación.

III. OBJETIVO(S)

3.1 Objetivo general

Realizar la caracterización morfológica del *Agave* pulquero utilizado en las comunidades de Ocotlán de Betancourt y Plan de Guadalupe, del municipio de Tlatlauquitepec.

3.2 Objetivos específicos

- 1) Describir los caracteres morfológicos de las plantas del *Agave* pulquero para clasificar la variación de las especies en aprovechamiento.

- 2) Identificar por nombre común la diversidad de especies de *Agave* que se aprovechan en la elaboración de pulque.

IV. JUSTIFICACIÓN

Describir los caracteres morfológicos del agave utilizado en la elaboración de pulque es básico para conocer y clasificar la variación de las especies, lo que puede ser útil para los productores dedicados a la elaboración de esta bebida y para generar estrategias de uso, manejo y conservación.

El maguey pulquero es una planta característica del Altiplano de México, su principal producto es el pulque, ésta es una actividad económica que genera ingresos para el sustento de las familias en situación de pobreza. Las especies son de gran valor económico y cultural, además prestan importantes servicios ambientales, como hábitat para la fauna silvestre, conservación de suelo al evitar la erosión hídrica y eólica, así mismo la captura de importantes cantidades de carbono. La especie puede servir para restaurar algunas funciones ecológicas en la región donde la vegetación natural ha sido severamente alterada. Es un cultivo potencial que resiste las sequías que se pronostican para el futuro del área de estudio.

En este contexto es necesario recabar información sobre los factores ambientales asociados a su morfología y estructura de población. Por ello es importante diseñar estrategias de conservación del maguey y comercialización del pulque, aplicando proyectos de reproducción, reforestación, sustentabilidad y conservación de hábitat; buscando el mejoramiento genético y tradicional, seleccionando las mejores características productivas.

Es importante reforzar la conciencia de los productores sobre la trascendencia que tiene conservar sus recursos biológicos y el suelo, a través del uso de alternativas de manejo integral, sistemas de prevención de plagas, todo esto con tendencia al manejo sustentable y producción orgánica. El presente estudio permitió conocer la situación en que se encuentran las poblaciones de maguey en dos comunidades de Tlatlauquitepec y los factores que las ponen en riesgo de extinción.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 Antecedentes

Mora-López *et al.* (2011), investigan la variación morfológica y humanización de la sección *salmiana* del género *Agave*, el objetivo fue analizar la variación morfológica de las especies en relación con su humanización. Realizaron exploraciones botánicas en 26 localidades del Altiplano Meridional de la región centro-norte de México y una en Guatemala. Se buscaron variantes, cultivadas o espontáneas en agostaderos, pero reconocidas y nombradas inequívocamente por informantes campesinos. Así se obtuvieron 62 muestras de posibles variantes, con seis individuos cada una. Se evaluaron 48 atributos morfológicos por planta, seleccionados de acuerdo con Gentry (1982), Colunga y May Pat (1997), Aguirre *et al.* (2001) y Alfaro *et al.* (2007). El grupo de variables fue depurado mediante un análisis multivariable de ordenación preliminar y sólo se consideraron 13 para el análisis final.

Otro estudio presentado por Reynoso *et al.* (2012), identificación taxonómica de agaves (*Agave* spp.) utilizados para la elaboración del licor comiteco en Chiapas, México. Tuvo como objetivo determinar la identidad taxonómica, su distribución y posible origen. Se realizó una búsqueda en colectas anteriores a través de ejemplares depositados en distintos herbarios. Durante recorridos de campo se reconocieron plantas (ecotipos) con los que se elabora la bebida, así como plantas sin manejo presumiblemente silvestres que crecen en los alrededores de las comunidades. Se registraron ocho localidades en tres municipios, obteniendo ejemplares de herbario de las plantas encontradas en floración y/o fructificación, se recolectaron ejemplares vivos, georreferenciando las poblaciones naturales. Se registró la ubicación con coordenadas geográficas, altitud, tipo de vegetación y abundancia relativa del taxón de cada ejemplar. En los lugares cercanos a centros de población o núcleos humanos, se procedió a entrevistar a los habitantes sobre la utilidad y origen de los magueyes observados. Las plantas en floración o fructificación se recolectaron para mediciones morfológicas.

Vargas *et al.* (2016), elaboraron la caracterización morfológica de tres variedades (Manso, Chalqueño y Xamini) de maguey del municipio de Francisco I. Madero, Hidalgo; cuyo objetivo general fue caracterizar las poblaciones de maguey pulquero (*Agave spp.*). La recolección de los materiales se hizo en plantaciones particulares de las comunidades de La Cruz y El Mendoza. El trabajo se realizó con metodología participante, utilizando las técnicas de transepto en campo donde los productores identificaron los tipos de maguey presentes en sus áreas de cultivo. La caracterización se realizó a través de la guía técnica para la descripción varietal de *Agave spp.* (SAGARPA, 2014), que se apega a lo dispuesto en la NOM-001-SAG/FITO-2013, se registraron 32 características morfológicas, en secciones de planta, hoja y espinas, de 20 plantas en estado maduro de cada tipo de maguey referenciado.

Huerta (2018), en su investigación, variación morfológica y áreas potenciales de poblaciones del complejo *Agave angustifolia* en Guerrero, a base del problema que a nivel estatal son escasos los trabajos sobre caracterización de poblaciones, mejoramiento y reproducción de especies mezcaleras, sobre todo de *A. angustifolia*. Esto y el mal aprovechamiento de las poblaciones pueden comprometer esta actividad en el mediano plazo. Debido a esto el objetivo general es caracterizar la variación morfológica, e identificar los taxones, su distribución, y proponer áreas con potencial agroecológico para el establecimiento de plantaciones comerciales. Analizar la variación morfológica de poblaciones del complejo *Agave angustifolia*, tiene como objetivo contribuir al entendimiento de este grupo tan diverso. Se realizaron 25 salidas de campo en la zona norte del estado y un municipio de la zona centro, en las cuales se colectaron 141 ejemplares de este complejo taxonómico. A cada ejemplar se le tomaron datos de 36 variables para su posterior análisis estadístico por medio de los Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis Discriminante lineal (ADL) y Análisis de Conglomerados (AC).

Barrientos *et al.* (2019), presentaron la caracterización morfológica de *Agave angustifolia* y su conservación en Guerrero, México, donde no se tiene investigación del maguey nombrado sacatoro, por lo que surge la necesidad de caracterizarlo

morfológicamente para contar con información que permita saber con mayor certeza si es posible diferenciarlo de otras poblaciones de *Agave angustifolia* Haw. La investigación se realizó en las regiones norte y centro del estado; específicamente, en cuatro municipios: 1) Huitzuc de los Figueroa; 2) Atenango del Río; 3) Chilapa de Álvarez; y 4) Ahuacutzingo; en los que se estudiaron ocho localidades. La selección se realizó dentro de las principales localidades productoras de mezcal y en función de la existencia de poblaciones de maguey, en su forma silvestre solo se encontró en la comunidad de Los Amates y es cultivada en todas las demás. Se llevaron a cabo descripciones fenotípicas de la planta (n=57). En los sitios de muestreo, se utilizó la guía técnica para la descripción varietal de *Agave* spp. (SNICS, 2014). Se evaluaron 32 variables a cada espécimen, medidas en: planta, tallo, hoja e hijuelos. De los 57 especímenes determinados se obtuvieron 1824 datos, con los cuales se realizó una homogenización de las 32 variables, se sometieron a análisis de correlación de Person con nivel de significancia de $p=0.05$, como medida para identificar la relación o asociación entre variables seleccionadas de manera aleatoria. De acuerdo con Castañón- Nájera *et al.* (2008), se eliminaron las variables que aportan poco o nada a la explicación del plano bidimensional.

García (2019), investigo cuatro especies de *Agave* (*Asparagaceae*, *Agavoideae*) del sur de México, con el objetivo de describir cuatro especies nuevas para la ciencia, resultado de la exploración de áreas poco conocidas desde un punto de vista botánico. Como resultado del trabajo de campo y de herbario en los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla, se encontraron poblaciones que sus características morfológicas no corresponden con especies descritas con anterioridad, por lo que después de un análisis morfológico y una revisión bibliográfica se describen formalmente. El estado de conservación se evaluó con base en los criterios de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y el método propuesto por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

La investigación realizada por García *et al.* (2020), identificación y caracterización morfológica de agaves en sistemas agroforestales con metepantle en tierras

campesinas, que tuvo como objetivo identificar las variedades de agave pulquero y su estructura morfológica, con base en conocimiento científico y popular, que permitirán su posterior manejo integral, reconociendo su utilidad para conservar agrobiodiversidad. El área de estudio fue Tepetlaoxtoc, con una elevación entre 2300 y 2469 m. Realizaron 33 unidades muestrales, distribuidas en las 11 clases de tierra; los nombres comunes de las variedades presentes y la edad se determinaron en el campo con ayuda de los informantes clave, y la identificación taxonómica se obtuvo de acuerdo con la base de datos de nombres técnicos o de uso común en el aprovechamiento de los agaves en México, sujeta al Código Internacional de Nomenclatura Botánica (Colunga-García, 2006) y a su identificación en el herbario.

Se evaluaron los caracteres morfológicos establecidos en la Guía técnica para la descripción varietal de *Agave* spp., de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2014) y del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, 2014), con un muestreo a conveniencia en las parcelas que los informantes clave consideraron representativas, debido a que las clases de tierra poseen más usos, urbano, minero, pecuario. Se realizaron transectos de 30 m de largo, perpendiculares a la pendiente del terreno, con un ancho que depende de la distancia más grande del diámetro de penca abierta del maguey, además se dejaron 2 m al inicio para evitar el efecto de la orilla y la selección aleatoria de tres plantas por cada uno. La evaluación la realizó a través del análisis de conglomerados y del componente principal.

5.2 Distribución geográfica

Con alrededor de 200 especies, el género *Agave* se encuentra distribuido desde el sur de Estados Unidos de América, donde se encuentran 15 especies aproximadamente, en las Antillas y Arizona, el resto se distribuyen en América Central y el Norte de Sudamérica (Álvarez de Zayas, 1989). México como centro de origen alberga el 75 % de las especies (Gentry, 1982).

De forma natural se encuentran distribuidos en todo el territorio del país, abarcando desde los matorrales xerófitos en los altiplanos, bosques templados de las montañas

o ambientes tropicales costeros, se encuentra en altitudes desde el nivel del mar a más de 3400 m (Scheinvar, 2017). Se desarrollan mejor entre los 1800 y los 2500 m, en lugares con buena exposición al sol y climas semisecos. La mayor diversidad se concentra en el valle de Tehuacán-Cuicatlán y Metztitlán, se sugiere que el origen puede estar en la Sierra Madre Occidental y regiones del centro de Chihuahua. La mayor parte de especies son endémicas y se encuentran en pocos hábitats específicos y montañas (García-Mendoza, 2007).

Existen poblaciones silvestres y cultivadas, en las zonas áridas y semiáridas del centro norte de México, desde Hidalgo hasta Coahuila, y del centro sur, en Puebla y el noreste de Oaxaca, hasta el suroeste de Guatemala (Gentry, 1982). Los estados con más especies son Oaxaca con 32, Puebla con 31, Sonora con 30, Querétaro con 26 y Durango con 24 (García-Mendoza, 2007).

5.3 Descripción botánica

Pueden crecer durante muchos años, en algunos la roseta se desarrolla por más de 30 (Eguiarte *et al.*, 2017). El tallo, al que se le denomina corazón o piña de maguey, según la especie se presenta como acualescente o cualesente (Esparza-Ibarra *et al.*, 2015). Puede ser corto con algunos centímetros sobre el suelo, o largo de 3 m de alto, en algunas especies es difícil de ver, ya que pueden surgir hojas sobre él y cubrirlo por completo (García-Mendoza, 2007).

El periodo de floración es diferente en cada especie, en algunas puede durar hasta dos meses (Nieto *et al.*, 2016). La inflorescencia es la más grande del reino vegetal, y al producirla consume todos sus recursos almacenados, por su alta producción de néctar es visitada por gran cantidad de polinizadores, aves, insectos y murciélagos nectívoros, que generan un flujo genético entre las plantas (Eguiarte *et al.*, 2017). La inflorescencia se presenta en forma de espiga, sus flores son color amarillo verdoso y dentro de su fruto capsular produce una gran cantidad de semillas de testa negra y aplanadas (Esparza-Ibarra *et al.*, 2015).

Las hojas almacenan agua y reservas energéticas para asegurar la floración y pueden vivir mucho tiempo (Nieto *et al.*, 2016). Las pencas de cada especie cuentan con características diferentes, su forma varía de lineal, espatulada, lanceolada, oblonga u ovada, algunas especies tienen de 5 a 10 como *Agave gypsophila* y *A. nizondensis*, o de 150 a 200 en *Agave rhodacantha*; en general son muy fibrosas y rígidas pueden pesar desde 20 gramos hasta más de 30 kilos en magueyes pulqueros (Nieto *et al.*, 2016).

La cutícula les permite una mayor eficiencia en el uso del agua, puede medir 20 micrómetros de grosor, que llega a ser 30 veces más que las de plantas como maíz o frijol, y en cada mm contiene de 20 a 50 estomas (Nobel, 1994). Las raíces crecen en forma radial, son fibrosas y entre más tiempo tengan son más gruesas, las más recientes son finas y más extendidas, esto permite una mejor captación de agua en lugares donde escasea (Nieto *et al.*, 2016).

5.4 Cultivo de maguey

Comprende todas las acciones que se realizan para usar, conservar, mejorar y multiplicar los magueyes, para aprovechar individuos completos, partes o productos obtenidos de (Illsley *et al.*, 2018). En la actualidad se encuentran pocos dentro de hábitats naturales, la mayor parte está en huertos, terrenos erosionados, a lo largo de caminos, linderos y como cercas vivas. Se utiliza en la formación de bordos debido a sus aglomeradas raíces externas que ayudan a reducir el deterioro del suelo, en la retención de humedad y la absorción del agua de lluvia, impidiendo que el suelo se erosione. El cultivo es considerado un sistema de almacenamiento de agua de lluvia, principalmente donde existen tierras agrestes, laderas o condiciones ambientales abruptas (Moreno *et al.*, 2013).

Las labores culturales son un factor importante en su periodo de maduración, así como, la variación genética, las condiciones climatológicas, el tamaño y la especie (Linas, 2018). La mayoría de los productores saben que solo se reproduce de manera asexual (multiplicación vegetativa), dado que sugieren que no proporciona semilla

(Blas, 2015). En cambio, existen dos maneras para realizar su reproducción: por semilla y por hijuelos. Las semillas se siembran en almácigos, después de dos o seis meses son trasplantados a viveros, donde pasarán un año y medio o dos antes de la plantación definitiva. En caso de plantar hijuelos, se espera a que alcance una altura de 84 cm aproximadamente, para que estén listos para su trasplante. Un maguey adulto puede producir un promedio de 10 a 12 hijuelos, que surgen de su raíz, a los tres años de plantado (Ruvalcaba, 1983). Una vez establecido en su sitio final, entrará en un periodo de maduración para producir aguamiel, que puede durar de 8 a 15 años, es recomendable practicar podas y deshierbes.

Las podas se realizan cada dos años, recibiendo de 3 a 4 por planta, con una tajadera o machete curvo de doble filo, se deben cortar las pencas más viejas y alejadas de la roseta (meyolote) (Ruvalcaba, 1983). Para la plantación definitiva se debe considerar el tipo de explotación agrícola y la topografía del terreno. En terrenos con pendiente donde funciona reteniendo suelo, se pueden plantar con distancia entre plantas de 2.5 y 3 m dependiendo del diámetro de la roseta que forman las pencas, o de 5 a 6 m si se intercalan con árboles frutales, es recomendable que conforme aumenta la inclinación el espacio entre bordos sean más corta. En terrenos planos o con poca pendiente se pueden plantar con una separación de 5 m, para obtener 400 o más plantas por hectárea cuadrada y cada 3 m para obtener entre 800 y 1000 plantas (Ruvalcaba, 1983).

La presencia de sistemas de riego en terrenos de cultivo ha provocado una disminución en la cantidad de plantas de maguey, ya que permiten sembrar más veces al año y obtener una mayor variedad de plantas, representando una amenaza al tradicional cultivo del maguey. En terrenos que se encuentran más alto los sistemas de riego no llegan, son de temporal y el maguey sigue siendo cultivado o manejado (Ruschel, 2013).

5.5 El maguey en sistemas agroforestales

El manejo agroforestal se ha practicado en México desde tiempos prehispánicos, cultivando cerca de 200 especies nativas y el manejo reciente de una amplia variedad de especies silvestres de plantas, que se implementan para satisfacer las necesidades de las sociedades que las manejan (Moreno *et al.*, 2013). En estos sistemas se busca la preservación selectiva de componentes forestales o silvícolas, principalmente leñosos y perennes, manejados con prácticas de tolerancia, fomento, protección y siembra de especies particulares (Casas *et al.*, 1997). Además, buscan desarrollar el manejo de los elementos agrícolas como plantas perennes o cultivadas anualmente y que muestran cierto nivel de domesticación además del manejo de animales domesticados o silvestres, para desarrollar unidades sociales de producción que maximicen las interacciones ecológicas entre los elementos forestales y agrícolas, manejando los distintos componentes del sistema, con un marco ecológico, cultural y económico particular (Nair, 1997).

El maguey en agroecosistema se combina principalmente con: maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*), chícharo (*Pisum sativum*), habas (*Vicia faba*) y papas (*Solanum tuberosum*), o bien árboles frutales acomodados de tal forma que no le produzcan sombra al maguey, ya que no es benéfica para el desarrollo de la planta y calidad del aguamiel (Vázquez *et al.*, 2016). Uno de los sistemas más representativos son las terrazas agroforestales o metepantle, construidos en laderas de colinas y montañas. Se practicaba en todo México, en algunos lugares de Coahuila, Chihuahua y Zacatecas; principalmente en el centro del país, en el valle de Teotihuacán, Iztapalapa y Tlaxcala. Según el tamaño puede contener cientos o miles de individuos plantados en curva a nivel (Torres-García, 2019).

El maguey manso (*Agave salmiana*) es una de las más utilizadas, destacando de las diversas especies (*Agave* spp.), acompañados por nopales (*Opuntia* spp.), sabino (*Juniperus deppeana*), tepozán (*Buddleja americana*), encino (*Quercus castanea*), pino (*Pinus leiophylla*), árboles frutales tejocote (*Crataegus mexicana*), capulín

(*Prunus capuli*), durazno (*Prunus persica*) y chabacano (*Prunus armeniaca*), arbustos, palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y jarilla (*Senecio salignus*) (Altieri y Trujillo, 1987).

A partir de la segunda mitad de del siglo XX se han reducido las especies, para convertirse en sistemas de monocultivos. La producción intensiva ha generado problemas socioambientales, como la pérdida de conocimiento ecológico tradicional y la agrobiodiversidad, dependiendo cada vez más de agro insumos tóxicos (Altieri y Toledo, 2011). Enfrenta muchos problemas, como la extracción del mixiote que es una de las más comunes, en algunos casos representa la pérdida de toda la planta, lo que se refleja en ocho años de espera para que otra madure; la pérdida de las labores culturales sobre el cultivo avanza ya que cada vez menos personas dedican tiempo y esfuerzo a estas actividades; otro factor determinante es el uso de tractores en las actividades agrícolas, ya que se eliminan los bordos y plantas para facilitar el trabajo (Moreno *et al.*, 2013).

En tiempos actuales los sistemas agroforestales se han considerado para la conservación de la biodiversidad de especies silvestres y cultivadas, así como problemas relacionados con la producción. Cabe destacar que aportan beneficios ambientales, conocimiento ecológico tradicional y las labores socioculturales (Torres-García, 2019).

5.6 Especies más conocidas

Entre las especies de mayor importancia económica están: *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck (maguey de pulque), *A. angustifolia* Haw. (espadín), *A. tequilana* F.A.C.Weber (tequila), *A. fourcroydes* Lem. (henequén) y *A. lechuguilla* Torr. (lechuguilla) (García-Mendoza, 2011). Las especies admitidas para la elaboración de mezcal son: *Agave angustifolia* Haw (maguey espadín); *A. esperima* jacobi, Amarilidáceas (maguey de cerro, bruto o cenizo); *A. weberi* cela, Amarilidáceas (maguey de mezcal); *A. patatorum* zucc, Amarilidáceas (maguey de mezcal); *A. salmiana* Otto Ex Salm SSP *crassispina* (trel) Gentry (maguey verde o mezcalero).

Entre otras especies, según lo descrito en la NOM-070-SCFI-1994, que establece las características y especificaciones que deben cumplir los usuarios autorizados para producir y/o comercializar la bebida. Eran identificados como mexcalli en náhuatl, que significa maguey cocido, compuesta por metl que significa maguey e ixcalli que es coser (López *et al.* 2014).

Estas plantas comenzaron a ser utilizadas para elaborar esta bebida en la época colonial, con la introducción del destilador por los filipinos, que adaptaron el modelo europeo con materiales locales (Bruman, 1940). Surge de la tradición prehispánica en el uso del maguey y la técnica de destilación importada (García, 2007). Las plantas maduran en promedio a los ocho años, al ser cosechadas se le retiran las hojas y se corta desde la base, quedando solo las piñas que son cocidas en hornos (Molina *et al.*, 2007).

La especie *Agave tequilana* werber var. azul la única utilizada en la elaboración de tequila, como se establece en la NOM-006-SCFI-1994, donde se dictan las características y especificaciones que deben cumplir los usuarios autorizados para producir, envasar y/o comercializar la bebida. Era elaborado originalmente mediante procesos artesanales, aproximadamente 400 años atrás, siendo una bebida destilada de agave igual que el mezcal. Su nombre tiene origen en una comunidad de Tequila, Jalisco, ya que en el siglo XIX fue muy conocida por la calidad (Walton, 1977). En el mismo siglo comienza su producción a nivel industrial, lo que llevo a cultivar grandes plantaciones en los estados de Jalisco, Guanajuato, Michoacán, Tamaulipas y Nayarit, que se encuentran en la llamada zona de denominación de origen (DOF, 2000).

El paisaje agavero fue declarado patrimonio cultural de la humanidad por la UNESCO en 2006, que incluye los grandes campos de cultivo, las antiguas instalaciones industriales, las destilerías, las haciendas y los poblados (Olmedo, 2010). Su industria actual está ligada económicamente con distribuidores de todo el mundo, ya que por su calidad y riqueza es considerado de alta gama como el whisky, el coñac o el brandy (González *et al.*, 2006).

5.7 Explotación del maguey

La cultura del maguey lleva aproximadamente 80 siglos formándose, desde el siglo V antes de nuestra era, hasta el siglo XX, muchas civilizaciones han aprovechado diferentes partes de las plantas, uno de los principales es su savia o aguamiel, la materia prima en la elaboración de pulque (Ramírez, 2004). La explotación ha pasado por varias etapas, donde las especies que presentaron mejores rendimientos y calidad en sus productos se conservaron y evolucionaron (Gentry, 1982). Con esta relación se obtuvo conocimiento sobre la naturaleza de la planta, por ejemplo, cuál era el mejor momento para manipularla y cómo hacerlo para no afectar su desarrollo; también desarrollaron herramientas para facilitar el manejo como tajaderas y raspadores, además de técnicas para procesarlos, como hornos para las pencas que comían, o herramientas para elaborar fibras (Vela, 2014). Llegó a tener un sistema de aprovechamiento integral, su constante aparición en vestigios arqueológicos demuestra que era consumido y utilizado con regularidad, aportando mucho en la vida cotidiana (Vela, 2014).

Después de la conquista de México su condición cambió, durante el virreinato la explotación disminuyó. En 1697 se presentó un estudio para justificar la prohibición de consumo de pulque, en dicho estudio solo se evaluó la duración de la bebida. El informe del estudio pedía que los lugares donde se establecía maguey fueran remplazados por hortalizas, sin fijarse en que el tipo de tierra no era el adecuado para esos cultivos (Martínez-Álvarez, 2001). Además, sin considerar la importancia del maguey en la vida de las comunidades indígenas, ya que era uno de sus principales medios para vivir (Guerrero-Guerrero, 1985).

Una época de gran prosperidad para el cultivo del maguey fue el Porfiriato, las haciendas magueyeras se convirtieron en un negocio muy productivo gracias a la aparición del ferrocarril, que permitía enviar el pulque a lugares distintos en poco tiempo, permitiendo que llegara en buenas condiciones, ya que es una bebida que tiene una duración limitada. El ferrocarril conectó el país con rutas de Veracruz a Jalapa y de la Ciudad de México a Veracruz, con esto las haciendas aumentaron sus

sembradíos de maguey aumentando notablemente la producción de pulque en los 10 años posteriores (Calderón, 1995).

En los años 40 del siglo XIX las formas de producción mexicanas cambiaron ya que inicia la etapa de industrialización que, junto con la exploración extensiva de la tierra, la introducción de máquinas, y los cultivos comerciales; llevaron a la población que vivía y laboraba en el campo a actividades de albañil, peón, chófer, maletero o plomeros, etc. (Turok, 1988)

En la década siguiente la industria pulquera se consolidó, al igual que la superficie cultivada siendo de 47656 ha, y cerca de 25 millones de plantas. En los 60 se cultivó en sistemas intensivos y extensivos, en una superficie de 54817 ha, y aproximadamente 27.5 millones de plantas, ampliando la producción de pulque y la ganancia. En los 70 se alcanzan los 37.5 millones de plantas en 33 623 ha, quedando marcada esta década como el inicio del nuevo declive de la industria del maguey, ya que en la década de los 80 solo se reportaban alrededor de 10 millones de plantas, en una superficie que no rebasaba las 10000 ha (Vargas *et al.*, 2016).

A nivel nacional de 1980 a 2020 la superficie sembrada con agaves aumenta considerablemente debido a las plantaciones comerciales. En 1990 era de 35935 ha y se cosecharon 12035 ha; 10 años después había superado las 75546 ha y se aprovecharon solo 7392 ha. La mayor superficie sembrada se registra en el año 2008 con 181575 ha, una gran parte se cosecha en poco tiempo, en el año 2014 se cosecharon 27689 ha, y en 2017 quedan 105786 ha, al 2020 se registró un aumento para llegar a las 129982 ha (SIAP, 2020).

5.8 Productos y beneficios que se obtienen de maguey

Ha sido aprovechado de muchas maneras diferentes, dependiendo de las necesidades de cada cultura, que desarrollan diferentes prácticas de manejo y aprovechamiento, debido a factores del ambiente como la temperatura, humedad, luz y suelo, que influyen en su entorno (Vázquez *et al.*, 2016). La planta provee diferentes

productos, primarios, que son donde se emplean directamente las partes de la planta, lo secundarios que se obtienen modificando los primeros, también pueden llegar a generar productos terciarios; un ejemplo, es el proceso de elaboración de pulque, el aguamiel representa el primer orden, al fermentarlo pasa a un segundo orden y finalmente los sedimentos podrían ser utilizados en un tercer orden (Vázquez *et al.*, 2016).

En la agricultura aporta muchos beneficios, sirven como barrera rompevientos para proteger otros cultivos, al establecerlo en bordos y terrazas evita que el aire o la lluvia erosionen el suelo y ayuda a la retención de humedad. Al incorporar las pencas y piñas secas sirven como materia orgánica para el suelo, además sus raíces son regeneradas constantemente y ayudan en la oxigenación del suelo (Vázquez *et al.*, 2016).

Contribuyen a preservar y conservar la diversidad biológica presente en su entorno, colaborando para fortalecer y mantener la permanencia de poblaciones de animales silvestres e insectos, principalmente abejas, colibríes, avispas, palomillas y murciélagos y promueve ratones, cacomixtles, liebres, armadillos, tejones, serpientes, lagartijas y hormigas (Narváez *et al.*, 2016).

Los usos se pueden dividir en siete categorías diferentes, 1) alimento, que integra aquellas sustancias comestibles o y materiales relacionados a la preparación bebidas, comida, condimento o ingrediente, miel, medio de cocción e insumo gastronómico. 2) Doméstico, estos proveen materiales para el hogar o para la elaboración de utensilios, muebles, combustible, fertilizante ornamental, limpieza y abrasivos. 3) Tejido y vestuario, incluye insumos para la confección de artesanías, como el hilo o cadetes de ixtle ya que es una fibra vegetal muy resistentes, y que no daña el ambiente cuando termina su vida útil. 4) Salud y belleza, donde se agrupan los beneficios medicinales y cosméticos. 5) Construcción, son materiales que sirven para realizar pequeñas edificaciones o marcar colindancias entre terrenos. 6) Agrícolas, aportan un valor ecológico para la protección y regeneración del suelo. 7) Forraje y suplemento, se aprovechan en la dieta alimenticia de los animales, por ejemplo, fortalece el sistema

inmunológico de aves de corral protegiéndolas de enfermedades (Vázquez *et al.*, 2016).

5.9 Importancia económica de pulque

Antes de ser importante económicamente tenía un valor mucho más alto, era respetado, y la planta era considerada sagrada, su aguamiel mitigaba la sed y el hambre en lugares muy áridos o con poca agua (Ruschel, 2013); en especial para los mexicas representaba un don divino, era parte importante de la naturaleza, por lo que era objeto de explotación y veneración y era un recurso de primera necesidad porque muchos de sus productos tenían un fin utilitario (Sánchez, 1988).

Durante mucho tiempo los ingresos de las familias eran destinados a comprar pulque, con números superiores a lo gastado en carne, pan, leche, tabaco, debido a esto existía un gran número de expendios que abastecían la demanda de campesinos, obreros y la parte media alta, era consumido a todas horas, principalmente en el almuerzo, comida y cena (González, 1970).

Los canales de comercialización simbolizan el instrumento que incentiva la producción y venta (Linas, 2018). El pulque que generaban las haciendas era vendido en pulquerías del Valle de México, principalmente en la ciudad de México, la comarca minera comprendida por Pachuca, Real del Monte, Huasca y el valle Poblano, Tlaxcala, Apizaco y la Ciudad de Puebla, otros centros de consumo eran Toluca, Atlixco, Perote y Veracruz (Ramírez, 2004).

El imparcial reportaba en 1901 que el consumo de pulque era tan alto que solo en la ciudad de México existían 1311 pulquerías, que equivalía a una por cada 35 habitantes, había más en comparación de una panadería por 11764 habitantes o una carnicería por cada 1246, con estos datos extraídos del Boletín Mensual de Estadística Municipal el diario hacía evidente que se consumía más pulque que pan y carne (La columna, 1901).

Su precio siempre ha sido bajo, tan solo para el año 1650 se vendían 1.2 l de pulque fino por medio real. Para 1652 el precio subió debido al primer impuesto sobre el pulque introducido a la capital, costando 12 reales por cada carga de 175 l, el bajo precio se compensaba con el alto consumo, se calcula que durante ese siglo a la capital se introdujeron entre 2000 y 15000 cargas diarias. El consumo a gran escala dejaba ganancias para los dueños de las tierras y para el estado. En 1774 se pagaba un real mexicano al rey por cada arroba de pulque que entraba a la capital, lo que llegó a representar una ganancia de 300000 pesos fuertes, debido a que en ese año entraron 2214294 arrobas, sin considerar el contrabando y el distribuido en otros lados (Clavijero, 1976).

Durante el siglo XVII el comercio de pulque, productos agrícolas y ganaderos convirtieron a Ápan, Hidalgo en el lugar económicamente más importante del Altiplano Central. El desarrollo de importantes haciendas como: Santiago Chimalpa, Malpaís, Mimiahuapan, Tetlapayac y Tlayote, permitieron el avance económico gracias a la creación de empleos (Erlwein *et al.*, 2013).

En algunas comunidades era importante ofrecer pulque en las fiestas y principalmente en los trabajos del campo, donde se repartía pulque a todos y continuaban trabajando en la milpa hasta que se agotaba el pulque, cada hombre podía tomar hasta 10 litros en un día de trabajo (Ramsay, 2004).

El pulque genera ingresos para las personas que lo elaboran y lo comercializan, algunos solo viven de esos ingresos que genera, algunos venden pocas cantidades generando para sustentar gastos mínimos, en la actualidad su bajo costo dificulta generar suficiente para vivir solo de su venta (Erlwein *et al.*, 2013). En la actualidad el maguey y el pulque siguen siendo de una fuente importante de la economía mexicana, su producción se distribuye a lo largo del país y la cantidad que se produce depende directamente del sistema de producción con el que se maneje. Uno de los principales son las magueyerías extensivas, que son grandes propiedades privadas o comunales, que son cultivadas única o mayormente con magueyes (SIAP, 2020).

La mayor parte de magueyes son propagados por hijuelos y se siembran a dos metros entre sí, llegando a tener áreas con 2500 individuos por ha. Con alrededor de 500 individuos en producción es posible extraer entre 2500 y 3000 l de aguamiel. Después de ser fermentado en grandes tinajas de plástico, el pulque sale del tinacal para su comercialización. La venta se desarrolla a diferentes escalas, directamente en las comunidades tiene un precio inicial de \$10.00 para llegar a una escala regional es transportado a las pulquerías de las ciudades cercanas. Debido al volumen se logró alcanzar una escala internacional, exportando mensualmente 60 mil latas de 335 ml a EUA, Alemania y España; la bebida se pasteuriza y se envasa en latas para garantizar su conservación, para agregar un valor se mezcla con pulpa de diferentes frutas (Álvarez-Ríos *et al.*, 2020).

Otro sistema de producción son las magueyerías remanentes, que dentro de la mancha urbana mantienen magueyes en las orillas de caminos y calles o en pequeños espacios dedicados al cultivo. Los productores mantienen alrededor de 15 magueyes produciendo y extraen entre 60 y 80 l de aguamiel al día. La fermentación se realiza en pequeños contenedores en la casa del vendedor, donde ya fermentado el pulque se consume en los patios de las casas o lo piden para llevar, pagando hasta \$25 por litro (Álvarez-Ríos *et al.*, 2020).

Los metepantles son uno de los sistemas de producción más conocidos ya que se encuentran en varias regiones de México, como Tlaxcala, Oaxaca e Hidalgo, en las terrazas que se forman con las hileras de maguey se establecen diversos cultivos o vegetación nativa. El número de magueyes en aprovechamiento depende de la superficie, en caso de aprovechar 35 magueyes se producen entre 30 y 100 l al día. El pulque se vende un promedio de \$10 por litro y en ocasiones es transportada a ferias. La venta ha disminuido lo que ha llevado a los productores a producir jarabe de aguamiel, hirviéndola para evitar que se descomponga y extender su disponibilidad para obtener ingresos económicos (Álvarez-Ríos *et al.*, 2020).

En muchas localidades rurales de México los magueyes aún se siembran en los linderos para servir como cercas vivas. Los productores aprovechan alrededor de 20 plantas y extraen entre 30 y 60 l al día, que se fermentan en botes de plástico de 80 l. El litro de pulque se vende a \$ 25 en los domicilios de los productores, también suele ser transportado a tianguis cercanos (Álvarez-Ríos *et al.*, 2020).

VI MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Descripción geográfica del área de estudio

El municipio de Tlatlauquitepec se localiza en la parte noreste del estado de Puebla, con coordenadas entre los paralelos 19° 36' 24" y 20° 03' 18" de latitud norte y los meridianos 97° 14' 42" y 97° 28' 06" de longitud oeste. Con una altitud entre los 300 y 2900 m (INEGI, 2009). Ubicado en su mayor parte en la región hidrológica, Tuxpan-Nautla, cuenca del río Tecolutla, Subcuenca del río Apulco (INEGI, 2001).

Por su localización y extensión, presenta una gran variedad de climas, que señala la transición entre los climas templados de la Sierra Norte y los cálidos del declive del Golfo de México. Se identifican los siguientes: Semifrío subhúmedo con lluvias en verano, se localiza en las áreas montañosas del sureste. Templado subhúmedo con lluvias en verano, ocupa una franja en el sur. Templado subhúmedo con abundantes lluvias en verano, en un área de la parte central. Templado húmedo con lluvias todo el año, en una amplia franja de la parte central. Con una variación de temperatura de 10 a 24 °C y una precipitación pluvial de 600 a 4100 mm (INEGI, 2009).

El suelo dominante es andosol, y en menores proporciones se encuentran acrisol, ahacozem, regosol y leptosol (INEGI, 2009).

6.2 Descripción geográfica de las comunidades

La comunidad Ocotlán de Betancourt, se encuentra (Figura 1) en las coordenadas; 19° 47' 86" de latitud norte y 97° 32' 18", entre los 2100 y 2200 msnm (INEGI, 2005); con un clima (Cw) templado húmedo con abundantes lluvias en verano; la temperatura media es de 15° C y una precipitación pluvial de 1200 mm (INEGI, 2006); presenta como suelo dominante el andosol (INEGI, 2005). La mayor extensión del uso de suelo se divide entre la zona urbana y la agricultura, el bosque domina en un menor porcentaje (INEGI, 2005).

La segunda comunidad Plan de Guadalupe, se encuentra (Figura 1) en las coordenadas 19° 48' 37" de latitud norte y 97° 33' 07", con una elevación sobre el nivel del mar que ronda los 2200 metros (INEGI, 2005); presenta un clima (Cw) templado húmedo con abundantes lluvias en verano; una temperatura media de 15 °C y una precipitación pluvial de 1200 mm (INEGI, 2006); el suelo dominante es andosol (INEGI, 2005). El principal uso del suelo es la agricultura y en un menor porcentaje domina el bosque (INEGI, 2005).

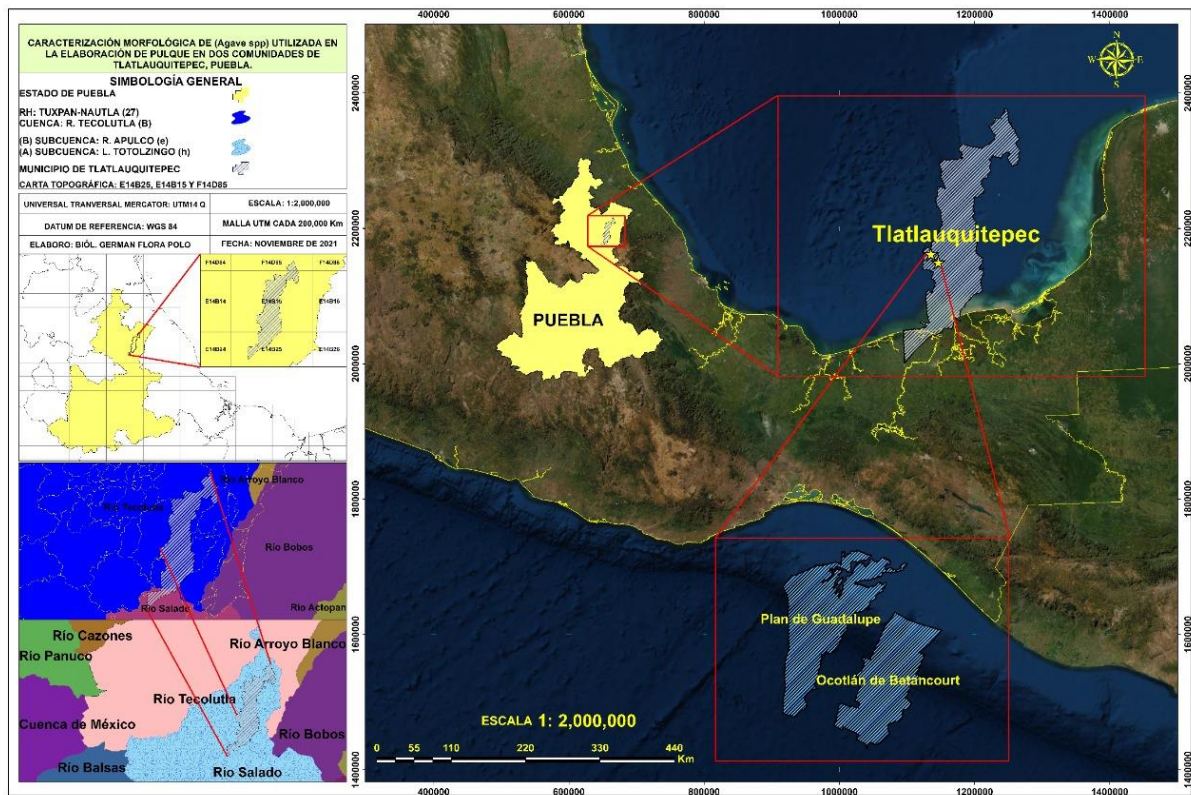


Figura 1. Localización de las comunidades de Ocotlán de Betancourt y Plan de Guadalupe, en Tlatlauquitepec, Puebla.

6.3 Metodología

La información fue obtenida mediante una metodología participativa, productores de pulque (tlachiqueros) señalaron las plantas de agave que utilizan en la elaboración de pulque, identificándolas por nombre común. Para definir la muestra se realizó un conteo directo de la población en ambas comunidades. Se aplicó un muestreo probabilístico, con el fin de obtener representatividad en la población y hacer comparaciones entre ellos. La muestra se seleccionó de acuerdo con Rojas Soriano (2011), que recomienda determinar la muestra empleando la fórmula para estudios complejos:

$$n = \frac{\frac{Z^2 q}{E^2 p}}{1 + \frac{1}{N} \left[\frac{Z^2 q}{E^2 p} - 1 \right]}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

Z = nivel de confianza (95%) (1.96 en áreas bajo la curva normal)

p q = variabilidad del sistema (p=.5 y q=.5)

E = nivel de precisión (10 por ciento)

N = población

Definición de muestra en Ocotlán de Betancourt:

Población = 2504

$$n = \frac{\frac{(1.96)^2 (.5)}{(.1)^2 (.5)}}{1 + \frac{1}{2504} \left[\frac{(1.96)^2 (.5)}{(.1)^2 (.5)} - 1 \right]}$$

Resultado: n = 245

Definición de muestra en Plan de Guadalupe:

Población = 2492

$$n = \frac{(1.96)^2 (.5)}{(.1)^2 (.5)} \div \left[1 + \frac{1}{2492} \left[\frac{(1.96)^2 (.5)}{(.1)^2 (.5)} - 1 \right] \right]$$

Resultado: n = 245

Una vez definida la muestra se inició la fase cuantitativa, en donde se midieron 12 características morfológicas de las plantas. De acuerdo con la Guía técnica para la descripción varietal de agave (*Agave* spp.), que expide la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2014); que contiene los caracteres pertinentes y la metodología para su evaluación. Permite describir una población de plantas que constituye una variedad vegetal, para su identificación y distinción. En la sección dos “tabla de características” presenta 32 características que se deben evaluar en relación con la uniformidad y estabilidad en todo tipo de población. Se evaluaron las 12 que fueron significativas en los resultados de diversos autores (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características morfológicas más frecuentes para la clasificación.

Autor	Caracteres
Mora-López <i>et al.</i> (2011)	Altura de la roseta. Longitud de la hoja. Longitud de los dientes. Diámetro de la roseta. Grosor de la cutícula. Número de dientes. Distancia entre dientes.
Reynoso <i>et al.</i> (2012)	Tamaño de la planta. Número, Forma y disposición de las hojas. Forma del margen. Tamaño de los dientes. Tamaño de la espina lateral.
Vargas <i>et al.</i> (2016)	Describe los caracteres según la guía. Intensidad de color de la hoja.
Barrientos <i>et al.</i> (2019)	Forma de espinas laterales. Relación entre longitud y anchura de la hoja. Diámetro de la roseta. Altura de la planta. Longitud de la hoja. Uniformidad en tamaño de espinas. Número de hojas. Número de espinas laterales.
Huerta-Zavala (2018)	Longitud de la hoja. Número de dientes por un lado de la hoja. Perímetro del pedúnculo floral. Ancho mayor de la hoja. Número de hojas por planta. Largo de la espina terminal. Promedio de semillas viables.
García <i>et al.</i> (2020)	Longitud de la hoja. Ancho de la parte media de la hoja. Número de espinas laterales. Longitud de la espina terminal. Separación entre espinas laterales.

En el Cuadro 2 se presenta el equipo que se utilizó para la toma de datos y medidas en campo.

Cuadro 2: Aparatos de medición y equipo.

Equipo	Uso
GPS Garmin eTrex.	Ubicación.
Flexómetro.	Medición de largo de la penca.
Cinta métrica.	Medición de ancho de la penca.
Formato de inventario.	Registro de datos.
Vernier	Medición de longitud entre espinas laterales y longitud de espina terminal.
Cámara digital.	Fotografías.

6.4 Análisis estadístico

Para los análisis se seleccionaron 12 características las cuales se aprecian en el cuadro 3, presentadas en la Guía técnica para la descripción varietal de agave (*Agave* spp.) y diversos autores.

Cuadro 3. Características morfológicas que se evaluaron en las especies de Agaves pulqueros.

Altura de la planta (AP)	Cuantitativo cm.
Diámetro de la roseta (DR)	Cuantitativo cm.
Número de hojas (NH)	Cuantitativo pza..
Longitud de la hoja (LH)	Cuantitativo cm.
Anchura de la hoja (AH)	Cuantitativo cm.
Número de espinas laterales (NEL)	Cuantitativo pza.
Distancia entre las espinas laterales (DEL)	Cuantitativo cm.
Longitud de la espina terminal (LET)	Cuantitativo cm.
Forma de la hoja (FH)	Cualitativo.
Forma del corte transversal de la hoja (FCTH)	Cualitativo.
Color de la hoja (CH)	Cualitativo.
Forma de espina terminal (FET)	Cualitativo.

La base de datos fue capturada en Excel y se analizó con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, 2003) versión 9.4 para Windows. A las variables se les aplicó un ANOVA para examinar las diferencias en las medias de tres o más grupos. La variación entre las especies de ambas comunidades se determinó con análisis cluster, con el fin de agrupar los agaves con base en una homogeneidad en lo individual y en una heterogeneidad entre distintos grupos. La descripción de cada variedad se realizó con el procedimiento GLM del SAS.

VII RESULTADOS

Los resultados del procedimiento GLM (cuadro 4) mostraron que existe una diferencia significativa entre las características morfológicas de los magueyes medidos en ambas comunidades, Ocotlán muestra medias superiores en seis de las nueve variables analizadas, la altura de la planta, diámetro de la roseta, número de hojas, longitud de la hoja, ancho de la hoja, son las que se muestran diferencia estadística ($P < 0.05$). Las variables significativas para Plan de Guadalupe son número de espinas laterales y longitud de la espina terminal. La variable distancia entre las espinas laterales no es estadísticamente diferente entre las comunidades.

Los resultados del análisis clúster se muestran en el dendograma (Figura 2) donde se aprecia la diferenciación de las poblaciones.

Cuadro 4. Resultados de procedimiento GLM de SAS.

Comunidad	AP	DR	NH	LH	AH	NEL	DEL	LET
Ocotlán de Betancourt	202.4 a	59.4 a	43.4 a	160.5 a	35.9 a	45.1 b	6.0 a	6.6 b
Plan de Guadalupe	184.1 b	56.6 b	39.1 b	146.5 b	33.05 b	49.3 a	5.9 a	6.9 a

Poblaciones de maguey

COMUNI

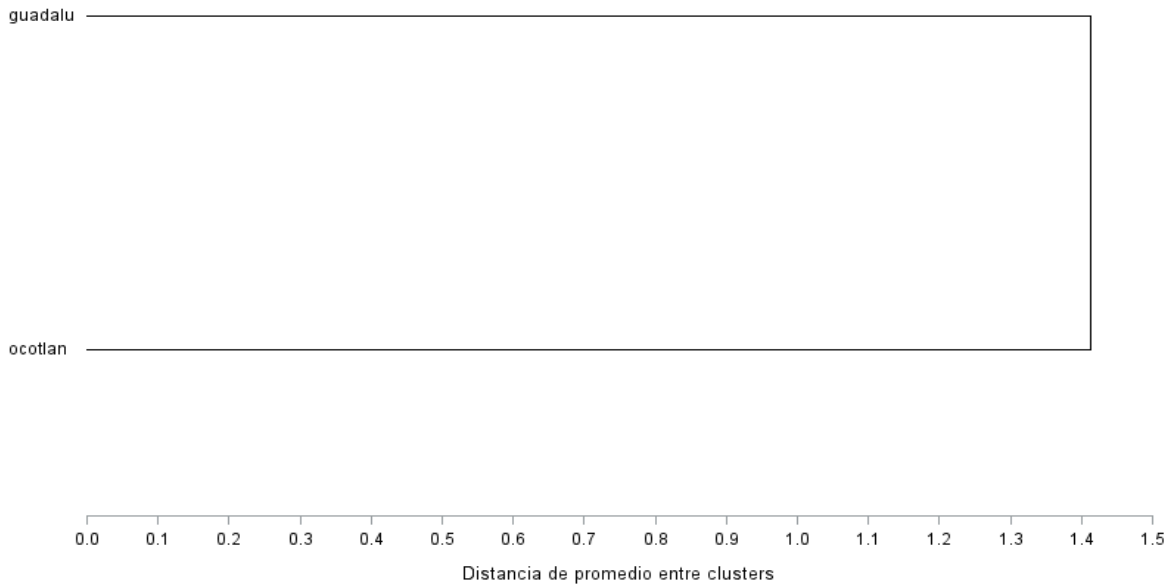


Figura 2. Dendrograma de poblaciones de maguey pulquero en dos comunidades de Tlatlauquitepec.

7.1 Descripción de caracteres morfológicos

Ocotlán

En Ocotlán la muestra fue de 245 magueyes, después de medir las características, se clasificaron en cinco grupos con diferentes características cuantitativas (Cuadro 5) y cualitativas (Cuadro 6). El grupo más abundante fue identificando por los productores de pulque como como Maguey Verde (Figura 3), se midieron 189 individuos, tienen forma de la hoja lanceolada, un corte transversal de la hoja cóncavo, color verde y la espina terminal en forma recta. La altura de las plantas va de 80-270 cm, los diámetros de la roseta de 30-90 cm. El número de hojas va 14 a 65, en plantas de mayor altura el número puede ser más alto, con longitudes de la hoja de 65-220 cm (Figura 4), un ancho de 24-44 cm (Figura 5). El número de espinas laterales va de 24 a 56, en la parte

media de la hoja las espinas están separadas por 4.2-7.5 cm. Con longitud de espina terminal de 3.5-8.1 cm (Figura 6).

Cuadro 5. Características cuantitativas de maguey pulquero en Ocotlán de Betancourt.

Variedad	AP	DR	NH	LH	AH	NEL	DEL	LET
Maguey Verde	80-270	30-90	14-65	65-220	24-44	24-56	4.2-7.5	3.5-8.1
Maguey Tepezorra Macho	170-270	40-80	30-65	130-200	26-40	33-70	4.1-7.2	4.6-7.6
Maguey Tepezorra Hembra	130-270	35-90	22-62	112-220	27-40	30-56	4.2-6.6	4.9-7.7
Maguey Macho	280-290	75-100	55-70	170-270	36-40	40-58	6.2-7.4	5.6-6.5
Maguey Xaco	240-250	70-75	64-74	140-180	30-31	75-80	4.2-4.3	4.5-5.4

AP= Altura de la planta (cm), DR= Diámetro de la roseta (cm), NH= Número de Hojas (pza.), LH= Longitud de la hoja (cm), AH= Anchura de la hoja (cm), NEL= Número de espinas laterales (pza.), DEL= Distancia entre las espinas laterales (cm) y LET= Longitud de la espina terminal (cm).

Cuadro 6. Características cualitativas de maguey pulquero en Ocotlán de Betancourt.

Variedad	FH	FCTH	CH	FET
Maguey Verde	Lanceolada	Cóncavo	Verde	Recta
Maguey Tepezorra Macho	Lineal	Forma de V	Verde	Recta
Maguey Tepezorra Hembra	Lanceolada	Forma de V	Verde	Recta
Maguey Macho	Oblonga	Cóncavo	Azul	Recta
Maguey Xaco	Lineal	Forma de V	Azul	Recta

FH= Forma de la hoja, FCTH= Forma del corte transversal de la hoja, CH= Color de la hoja y FET= Forma de la espina terminal.



6

Figura 3. Maguey Verde



Figura 4. Longitud de la hoja



Figura 5. Ancho de la hoja



Figura 6. Longitud de espina terminal

El segundo grupo identificado como Maguey Tepezorra Macho (Figura 7) con 25 individuos, la forma de la hoja es lineal, de corte transversal en forma de V, color verde y la espina terminal en forma recta. La altura de las plantas va de 170-270 cm, diámetros de la roseta de 40-80 cm. El número de hojas de 30 a 65, con longitudes de la hoja de 130-200 cm (Figura 8), el ancho 26-40 cm. Con número de espinas laterales de 33 a 70, en la parte media de la hoja tienen una distancia entre ellas de 4.1-7.2 cm (Figura 9). La espina terminal con una longitud de 4.6-.7.6 cm (Figura 10).



Figura 7. Maguey Tepezorra Macho



Figura 8. Longitud de la hoja



Figura 9. Distancia entre espinas laterales



Figura 10. Longitud de espina terminal

Con 23 individuos el grupo de Maguey Tepezorra Hembra (Figura 11) presenta forma de la hoja lanceolada, un corte transversal de la hoja en forma de V, color verde y la espina terminal en forma recta. La altura de las plantas va de 130-270 cm, diámetros de la roseta de 35-90 cm. El número de hojas de 22 a 62, con longitudes de la hoja de 112-220 cm, el ancho de 27-40 cm (Figura 12). El número de espinas laterales de 30 a 56, en la parte media de la hoja las espinas están separadas por 4.2-6.6 cm (Figura 13). Y la longitud de espina terminal de 4.9-.7.7 cm (Figura 14).



Figura 11. Maguey Tepezorra Hembra



Figura 12. Ancho de la hoja



Figura 13. Distancia entre espinas laterales



Figura 14. Longitud de espina terminal

En el cuarto grupo se miden solo seis ejemplares que corresponden a Maguey Macho (Figura 15), su población es baja y presentan forma de la hoja oblonga, un corte transversal de la hoja cóncavo, el color de la planta en este caso es azul y la espina terminal en forma recta. Presenta las mayores medidas en la altura de la planta de 280-290 cm, así mismo presenta los diámetros de la roseta más grandes de 75-100 cm. Gracias a su mayor altura el número de hojas también aumenta de 55 a 70, con longitudes de 170-270 cm (Figura 16), el ancho va de 36-40 cm.



Figura 15. Maguey Macho



Figura 16. Longitud de la hoja



Figura 17. Distancia entre espinas laterales



Figura 18. Longitud de espina terminal

El número de espinas laterales de 40 a 58, que están separadas de 6.2-7.4 cm (Figura 17). Las espinas terminales tienen longitudes de 5.6-.6.5 cm (Figura 18).

Debido a una muy escasa población de Maguey Xaco (Figura 19), dentro de la muestra solo se miden dos ejemplares, el último grupo presenta forma de la hoja lineal, un corte transversal de la hoja en forma de V, una de las características que más los distingue es su color azul; con espina terminal en forma recta.



Figura 19. Magüey Xaco



Figura 20. Longitud de la hoja



Figura 21. Ancho de la hoja



Figura 22 Distancia entre espinas laterales

La altura de las plantas de 240-250 cm, diámetros de la roseta de 70-75 cm. El número de hojas de 64 a 74, con longitud de 140-180 cm (Figura 20) y ancho de 30-31 cm (Figura 21). El número de espinas laterales va de 75 a 80, en la parte media de la hoja están separadas por 4.2-4.3 cm (Figura 22). Con longitudes de espinas terminales de 4.5-5.4 cm.

Plan de Guadalupe

En Plan de Guadalupe se midió un total de 245 magueyes, dividiendo en cinco grupos de acuerdo con las características cuantitativas (Cuadro 7) y cualitativas (Cuadro 8). El grupo más numeroso es de Maguey Verde (Figura 23) con 202, presenta hojas de forma lanceolada (Figura 24), con forma de corte transversal cóncavo, de color verde y la espina terminal en forma recta.

Cuadro 7. Características cuantitativas de maguey pulquero en Plan de Guadalupe.

Variedad	AP	DR	NH	LH	AH	NEL	DEL	LET
Maguey Verde	100-270	30-90	18-65	65-210	18-47	25-84	3.2-7.7	5.0-7.9
Cosante Verde	100-245	35-70	20-62	90-200	25-40	23-65	4.7-6.8	6.2-7.2
Maguey Macho	275-310	75-100	45-72	145-220	30-47	48-100	5.4-6.9	5.4-7.9
Maguey Sierrilla	180-260	50-95	29-69	135-190	25-39	45-69	4.6-6.3	4.6-7.7
Maguey Cenizo	230-250	65-75	53-75	175-190	28-30	55-65	2.9-4.6	4.7-5.2

AP= altura de la planta (cm), DR= Diámetro de la roseta (cm), NH= Número de Hojas (pza.), LH= Longitud de la hoja (cm), AH= Anchura de la hoja(cm), NEL= Número de espinas laterales (pza.), DEL= Distancia entre las espinas laterales (cm) y LET= Longitud de la espina terminal (cm).

Cuadro 8. Características cualitativas de maguey pulquero en Plan de Guadalupe.

Variedad	FH	FCTH	CH	FET
Maguey Verde	Lanceolada	Cóncavo	Verde	Recta
Cosante Verde	Lanceolada	Forma de V	Verde	Recta
Maguey Macho	Oblonga	Cóncavo	Azul	Recta
Maguey Sierrilla	Lineal	Forma de V	Verde	Recta
Maguey Cenizo	Lineal	Forma de V	Azul	Recta

FH= Forma de la hoja, FCTH= Forma del corte transversal de la hoja, CH= Color de la hoja y FET= Forma de la espina terminal.



Figura 23. Maguey Verde



Figura 24. Forma de la hoja

La altura de las plantas va de 100-270 cm, con diámetros de roseta desde los 30 cm en los individuos jóvenes, hasta 90 cm en los de mayor edad. El número de hojas varia de 18 a 65 en los individuos más altos, la longitud de la penca varia de 65-210 cm, el ancho mayor de la hoja de 18-47 cm (Figura 25). El número de espinas laterales de 25 a 84 dependiendo la longitud de la penca y la edad de la planta, la distancia entre las espinas laterales de 3.2-7.7 cm. La longitud de la espina terminal de 5-7.9 cm (Figura 26).



Figura 25. Ancho de la hoja



Figura 26. Longitud de espina terminal

El segundo grupo de 23 ejemplares de Maguey Cosante Verde (Figura 27), con forma de la hoja lanceolada (Figura 28), corte transversal en forma de V, color verde y espina terminal recta. Con altura de la planta de 100-245 cm, un diámetro de la roseta de 35-70 cm. El número de hojas de 20 a 62 en las plantas más altas. Con hojas largas de 90-200 cm, un ancho de hoja de 25-40 cm. El número de espinas laterales de 23 a 65, y distancias entre ellas de 4.7-6.8 cm (Figura 29).



Figura 27. Maguey Cosante Verde



Figura 28. Forma de la hoja

Y la longitud de la espina terminal de 6.2-7.2 cm (Figura 30).



Figura 29. Distancia entre espinas laterales



Figura 30. Longitud de espina terminal

El siguiente grupo Maguey Macho (Figura 31) con 10 ejemplares la forma de la hoja oblonga (Figura 32), corte transversal de la hoja cóncavo, color azul y espina terminal

recta. Con altura de la planta de 275-310 cm, un diámetro de la roseta de 75-100 cm. El número de hojas de 45 a 72 en las plantas más altas.



Figura 31. Maguey Macho



Figura 32. Forma de la hoja

Con hojas largas de 145-220 cm y un ancho de 30-47 cm (Figura 33). El número de espinas laterales de 48 a 100 y distancias entre ellas de 5.4-6.9 cm. Y la longitud de la espina terminal de 5.4-7.9 cm (Figura 34).



Figura 33. Ancho de la hoja



Figura 34 Longitud de la espina terminal

Con siete ejemplares Maguey Sierrilla (Figura 35) con forma de la hoja lineal (Figura 36), corte transversal en forma de V, color verde y espina terminal recta.



Figura 35. Maguey Sierrilla



Figura 36. Forma de la hoja

Con altura de la planta de 180-260 cm, un diámetro de la roseta de 50-95 cm. El número de hojas de 29 a 69 en las plantas más altas. Con hojas de 135-190 cm de longitud y un ancho de 25-39 cm (Figura 37). El número de espinas laterales de 45 a 69, y distancias entre ellas de 4.6-6.3 cm (Figura 38). Y la longitud de la espina terminal de 4.6-7.7 cm.



Figura 37. Ancho de la hoja



Figura 38. Distancia entre espinas laterales

El Maguey Cenizo (Figura 39) con dos ejemplares presenta forma de la hoja lineal, corte transversal en forma de V, color azul y espina terminal recta. Con altura de la planta de 230-250 cm, un diámetro de la roseta de 65-75 cm. El número de hojas de 53 a 75 en las plantas más altas. Con hojas de 175-190 cm de longitud (Figura 40) y un ancho de 28-30 cm (Figura 41). El número de espinas laterales de 55 a 65, y

distancias entre ellas de 2.9-4.6 cm. Y la longitud de la espina terminal de 4.7-5.2 cm (Figura 42).



Figura 39. Maguey Cenizo



Figura 40. Longitud de la hoja



Figura 41. Ancho de la hoja



Figura 42. Longitud de la espina terminal

7.2 Identificación por nombre común según tlachiqueros

Se entrevistó a siete tlachiqueros (productores de pulque), tres en Ocotlán y cuatro en Plan de Guadalupe. Los tlachiqueros de Ocotlán hacen referencia cuatro diferentes, con los nombres (Cuadro 9) Maguey Verde, es el más abundante, Maguey Tepezorra Macho y Maguey Tepezorra Hembra que tienen similitudes entre ellos y sus poblaciones no son tan abundantes, Maguey Xaco y Maguey Sierrilla que el número de ejemplares es muy reducido. Este lugar se encuentra dividido en cuadras y la mayor parte de magueyes están establecidos en linderos que delimitan calles y propiedades, principalmente en cuadras aún en las que se establecen cultivos y árboles frutales, las cuadras que se encuentran más cerca del centro están más urbanizadas, en estas condiciones el maguey ha sido desplazado por falta de espacio.

Cuadro 9. Nombres comunes de magueyes pulqueros según tlachiqueros de Ocotlán de Betancourt.

Productor	Nombre común
Mario Valera Hernández	Verde Tepezorra hembra Tepezorra macho Macho
María León Gómez	Verde Macho Sierrilla
Isaías Martínez Fuentes	Verde Macho Xaco

En Plan de Guadalupe, hacen referencia a cinco diferentes (Cuadro 7), Maguey Verde que es el más abundante, Maguey Cosante Verde el segundo más abundante, Maguey Tepezorra con una población menor, pero comentan que es el que madura más rápido debido a su tamaño, Maguey Macho, el más grande con mayores medidas de altura de la planta y largo de la penca, queda un número muy bajo de ejemplares y Cenizo que se encuentran muy pocos en la comunidad y se distinguen por su color azul. La

población de magueyes se encuentra dispersa en toda la comunidad, la mayor parte en los costados de las calles y linderos que separan propiedades. La mayor parte de parcelas de la comunidad aún se establecen cultivos anuales y árboles frutales. Solo un pequeño porcentaje recibe labores culturales como limpias, podas, etc., el resto se mantiene sin manejo en espacios donde existe una gran densidad de individuos, y como resultado los adultos no dan espacio suficiente para el desarrollo de lo hijuelos.

Cuadro 10. Nombres comunes de magueyes pulqueros según tlachiqueros de Plan de Guadalupe.

Productor	Nombre común
Antonio Ramírez Meza	Verde Macho Tepezorra Cenizo
Bernardo Castelán Flores	Verde Macho Tepezorra Cenizo
Ricardo Ramírez Castelán	Verde
Matías Edilberto Camacho Jaimez	Verde Macho Cosante verde

VIII DISCUSIÓN

La descripción de los caracteres morfológicos ha permitido diferenciar y clasificar a las especies durante mucho tiempo, en este caso los magueyes que se utilizan en la elaboración de pulque, las características cualitativas permitieron clasificarlos en cinco grupos diferentes. Los resultados de los análisis estadísticos muestran una diferencia significativa entre las poblaciones de ambas comunidades, de las nueve características analizadas seis son estadísticamente significativas para Ocotlán.

La morfología de las especies de importancia económica se ha estudiado con el objetivo de identificar los caracteres más importantes, y lograr un mejoramiento agronómico (Porras, 2017). De acuerdo con Franco (2003), existen diferentes fuentes de variabilidad, como son la producida durante los procesos evolutivos de especiación, la variabilidad producto de la dinámica de inducción-selección de nuevas variantes por medio de la hibridación y la producida por la dispersión artificial ejercida por el hombre; gracias a esta intervención ha participado directamente en la modificación de las características genotípicas y fenotípicas, a través del proceso de domesticación ha manejado y seleccionado los individuos que cuentan con mejores características de acuerdo con el producto que necesita obtener, uno de los usos más importantes para los *Agaves* es la producción de aguamiel y pulque (Colunga-GarcíaMarín, 2017).

De manera natural las características morfológicas se modifican como una respuesta de la planta a las condiciones del ambiente, las adaptaciones de los agaves les permiten sobrevivir a largos periodos de sequía y altas temperaturas. Una de las modificaciones más visibles es el desarrollo de la succulencia en las hojas, que almacenan agua y carbohidratos, además del desarrollo de un sistema radical que les permite una fácil absorción de agua de lluvia (García-Mendoza, 2007).

En el caso del género *Agave* la selección cultural lleva una tendencia a seleccionar plantas más grandes y hojas con dientes más pequeños. En la investigación de Mora-López *et al.* (2011), señalan que los atributos indicadores más frecuentes para la

clasificación de los grupos de magueyes fueron, altura de roseta y longitud de la hoja, longitud de los dientes, diámetro de la roseta, grosor de la cutícula, número de dientes y distancia entre dientes. Las 62 variantes analizadas correspondieron a cuatro especies, una subespecie y tres variedades. El mayor número de variantes (47) correspondió a *Agave salmiana*; además, esta especie mostró la variabilidad morfológica más amplia y sus variantes se encontraron en ambientes con distinto grado de humanización, desde agostaderos de uso múltiple hasta plantaciones y áreas agrícolas. Las 13 variantes de *Agave mapisaga* presentaron menor variación morfológica que *Agave salmiana*; aunque también se encuentra ampliamente distribuida en la región, se encontraron cultivadas en ambientes muy humanizados.

Vargas *et al.* (2016), describen tres variedades de maguey pulquero; Manso (*Agave salmiana* var. *salmiana*); Chalqueño (*Agave salmiana* var. *salmiana*), y Xamini (*Agave salmiana* var. *salmiana*), estas especies desarrollan alturas de la planta de 2.36, 2.57 y 2.74 m respectivamente, que son similares con los resultados obtenidos en el presente trabajo ya que en Ocotlán presentan una altura promedio de 202.4 cm y en Plan de Guadalupe de 184 cm. La altura de la planta es importante, ya que las plantas más altas presentan un mayor número de hojas y de mayor longitud lo que es benéfico para en la producción de pulque. El Maguey Chalqueño presenta el mayor número de hojas (68), los cinco grupos descritos en este trabajo tienen de 65 a 70 hojas que llegan a medir hasta 220 cm en el caso de Maguey Verde. Las tres especies que describen cuentan con una forma de la hoja lanceolada, lo que es diferente en este trabajo donde se encontraron hojas de forma lanceolada, lineal y oblonga.

La descripción presentada por Reynoso *et al.* (2012), permitió identificar cuáles son los agaves que se utilizan en la elaboración de licor comiteco, que son *Agave americana* L. y *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick, los cuales pueden encontrarse conviviendo dentro de una población, o separados; sin embargo, actualmente se han establecido y fomentado plantaciones y cultivo de individuos exclusivamente de *Agave americana* en las ocho localidades productoras de materia prima. Esta especie ha sido seleccionada y manejada por el hombre durante miles de años, lo que ha generado

una variación intraespecífica que se observa en la variación del tamaño de la planta, número y forma de las hojas, forma del margen, tamaño de los dietes y tamaño de la espina terminal. La selección de esta especie se realiza principalmente por tener rosetas de hasta dos metros de alto y diámetros de 2.5 a 3.0 m, las hojas con forma lanceolada de 1.5 a 2.0 m de largo lo que favorece para la producción de aguamiel y en el caso de Chiapas para elaborar licor comiteco. En su investigación de la misma manera que en este trabajo concluyen que se requieren más estudios morfológicos y moleculares de las especies en toda su área de distribución, para proponer una posible división infra específica.

Para Barrientos *et al.* (2019), surge la necesidad de caracterizar morfológicamente el maguey conocido comúnmente como sacatoro, para contar con información que permita saber con mayor certeza si es posible diferenciarlo de otras poblaciones de *Agave angustifolia* Haw. Analizaron los datos mediante componentes principales y agrupamiento aglomerativo jerárquico, según sus resultados las variables que cuentan con una correlación positiva y ayudan a clasificarlos son: número de estrías en espinas laterales y longitud de espina terminal, además de la forma, color, borde y textura de la hoja. Por la importancia económica que tiene esta especie en la elaboración de mezcal fue importante conocer las características fenotípicas identificando las más importantes para controlar la calidad del producto, además permitirían ubicar taxonómicamente a este grupo para contribuir a la ordenación de género *Agave* y su conservación.

Los sistemas de producción de maguey pulquero están directamente relacionados con las características que las plantas han desarrollado, Álvarez-Ríos *et al.* (2020), reportan 6 taxa diferentes, de los cuales dos son especies con claros signos de domesticación (*A. salmiana* var. *salmiana* y *A. mapisaga*) que presentan las mayores alturas de la planta alcanzando los 3.5 m, gracias a esto son las variedades que producen mayores volúmenes de savia y de mejor calidad, por otra parte, reportan tres especies silvestres *A. salmiana* subsp. *crassispina*, *A. salmiana* var. *ferox* y *A. marmorata*. su altura es menor de 2 m, y generan volúmenes reducidos de savia y de

calidad regular. Estas variedades se encuentran en cinco sistemas, magueyeras extensivas, magueyeras remanentes, metepantles, magueyes lindero y manejo de magueyes silvestres, cada uno cuenta con características diferentes en cuanto a extensión del terreno, personas trabajando, plantas en producción, etc. El número de variedades que se maneja es diferente, por ejemplo, en los metepantles pueden llegar a tener ocho y en el manejo de magueyes silvestres solo reportan una.

Un factor importante para el desarrollo de las plantas es la clase de tierra, en la investigación de García *et al.* (2020), en la tierra comúnmente llamada amarilla se encontró el mayor desarrollo morfológico, Maguey Verde, Púa Larga, Carrizo y Ayoteco obtuvieron la mayor altura y diámetro de copa, en la presente tesis las dos comunidades presentan como suelo dominante andosol, la característica altura de la planta es mayor, en Plan de Guadalupe Maguey Macho alcanza los 3.10 m y García, (2020) reporta Maguey Manzo como el más alto con 2.8 m. En este trabajo se caracterizan cinco variedades diferentes; los resultados de la caracterización de los *Agaves* utilizados en la elaboración de pulque en Tepetlaoxtoc permitieron realizar un análisis de conglomerados y del componente principal, para identificar siete variedades: Manso (*Agave salmiana* Otto ex Salm.) Verde (*Agave americana* L.), Ayoteco (*Agave salmiana* Otto ex Sal.) Carrizo (*Agave mapisaga* Trel.) Y Púa larga (*Agave* sp.). Esta diversidad de variedades se ha mantenido gracias a los diversos usos que se les proporcionan y continúan en su proceso de domesticación donde los campesinos siguen participando en los cambios de su morfología.

Uno de los principales usos de la caracterización morfológica es la identificación de nuevas especies, García (2019) en los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla, encontró poblaciones de *Agaves* cuyos caracteres morfológicos no corresponden con especies descritas anteriormente. Después del análisis morfológico se describen e ilustran cuatro especies, *Agave lyoboa*, que pertenece al subgénero *Agave* grupo *Ditepalae*, y tres especies del subgénero *Littaea*, *A. gypsicola* del grupo *Chotepalae* y *A. quioepeccensis* y *A. megalodonta* del grupo *Marginatae*. Para cada una proporcionan información sobre los usos, distribución, hábitat, fenología y sus posibles

relaciones morfológicas con otras especies del género. Estas cuatro especies se reproducen de manera sexual, sin llegar a formar hijuelos en la base de la roseta o en la inflorescencia, esto las pone en riesgo porque son aprovechadas antes de llegar a la edad reproductiva; de la misma manera las cinco especies descritas en el presente trabajo son aprovechadas antes de lograr producir la inflorescencia, con la diferencia que se reproducen principalmente de manera asexual. En este sentido es recomendable establecer acciones para su conservación, como permitir la reproducción natural y fomentar la propagación por semillas, realizar estudios biológicos, además de proteger y recuperar los hábitats mediante el establecimiento de áreas protegidas, así como regular las actividades para el autoconsumo y con fines comerciales.

IX CONCLUSIÓN

Se concluye que existen cinco variedades, que a pesar de la cercanía geográfica de ambas comunidades son identificadas por los productores de pulque (tlachiqueros) con diferentes nombres.

La primera es conocida en las dos comunidades como Maguey Verde, es el más abundante, por tal motivo se utiliza en mayor proporción en la elaboración de pulque incrementando su importancia económica, las principales características son: forma de la hoja lanceolada, el corte transversal de la hoja cóncavo, color verde y la espina terminal en forma recta.

Identificada en Ocotlán como Maguey Tepezorra Macho y en Plan de Guadalupe como Cosante Verde la segunda variedad presenta la forma de la hoja lineal, de corte transversal en forma de V, color verde y la espina terminal en forma recta.

Con una forma de la hoja lanceolada, un corte transversal de la hoja en forma de V, color verde y la espina terminal en forma recta, esta variedad se conoce Maguey Tepezorra Hembra y Maguey Sierrilla en Ocotlán y Plan de Guadalupe, respectivamente.

Se identificaron pocos ejemplares de la variedad Maguey Macho y en ambas zonas de estudio manejan el mismo nombre, debido a su largo tiempo de maduración, la población es baja, tiene una hoja de forma oblonga y cóncavo. El color de la planta es azul y la espina terminal recta. Registró la mayor altura de la planta con 280-290 cm, así mismo, cuenta con el diámetro de la roseta más grande (75-100 cm). Por su altura cuenta con gran número de hojas entre 55 a 70.

El último grupo no cuenta con las características deseadas por los productores, lo cual se refleja en una escasa población, midiendo dos ejemplares de Maguey Xaco en Ocotlán y dos en plan de Guadalupe que lo identifican como Maguey Cenizo en esta última, la característica que más lo distingue es el color azul, mostrando una forma de

la hoja lineal, un corte transversal de la hoja en forma de V, con espina terminal en forma recta.

Finalmente se considera que las especies realzan una importancia económica, cultural y ecológica, por lo cual es imprescindible generar conciencia con los productores y población en general e impulsarlos a coordinarse con instituciones de investigación y autoridades para diseñar e implementar programas, políticas públicas y estrategias con fines de uso, manejo y conservación, ya que con esto se podría garantizar el recurso en las próximas generaciones.

X LITERATURA CITADA

- Altieri, MA y Toledo, VM. 2011. La revolución agroecológica en América Latina: rescatando la naturaleza, asegurando la soberanía alimentaria y empoderando a los campesinos. *Revista de estudios campesinos*, 38 (3), 587-612.
- Altieri, MA y Trujillo, J. 1987. La agroecología de la producción de maíz en Tlaxcala, México. *Ecología humana* 15 (2), 189-220.
- Álvarez-Ríos, G. D., Figueredo-Urbina, C. J., Casas R. 2020. Sistemas de manejo de maguey pulquero en México. *Revista Etnobiología*, 18(2), 3-23
- Álvarez de Zayas, A. 1989. Distribución geográfica y posible origen de las agaváceas. *Revista del Jardín Botánico Nacional. Cuba*. 10: 25-36.
- Barrientos-Rivera, G., Esparza-Ibarra, E. L., Segura-Pacheco, H. R., Talavera-Mendoza, Ó., Sampedro Rosas, M. L., & Hernández Castro, E. 2019. Caracterización morfológica de *Agave angustifolia* y su conservación en Guerrero, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(3), 655-668.
- Blas Yañez, S. 2015. Propuesta de producción y aprovechamiento integral del maguey pulquero en Jiquipilco, México. (Tesis de maestría), Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México.
- Bruman, HJ. 1940. Áreas de bebida aborígenes en Nueva España. Universidad de California, Berkeley.
- Calderón, F. R. 1955. Historia moderna de México, la república restaurada: la vida económica. Hermes.
- Casas, A., Caballero, J., Mapes, C. y Zárata, S. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Ciencias botánicas*, (61), 31-47.
- Clavijero, F. J. 1976. Historia antigua de México. Departamento editorial de la dirección general de las bellas artes.

- Colunga-García Marín, P. 2017. Los agaves y las practicas mesoamericanas de aprovechamiento, manejo y domesticación en A. Casas (Ed. Primera), Domesticación en el continente americano (Vol. 2, pp. 273-308). UNAM/UNALM.)
- Colunga-García Marín, P., Estrada-Loera, E. y May-Pat, F. 1996. Patrones de variación morfológica, diversidad y domesticación de poblaciones silvestres y cultivadas de Agave en Yucatán, México. *Revista estadounidense de botánica*, 83 (8), 1069-1082.
- Cúlhuac-Hernández, E. A. 2013. Análisis de la cadena productiva del pulque del Estado de México y Tlaxcala. Trabajo terminal de grado, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Diario Oficial de la Federación. 2000. Declaratoria general de protección a la denominación de origen del tequila. (Primera sección), jueves 9 de Marzo. México.
- Eguiarte L. E. Equihua Z. C. Espinosa A. L. 2017. Los agaves y el campo mexicano. *Oikos* No. 18 Instituto de Ecología UNAM.
- Eguiarte, L. E., Souza, V., Silva-Montellano, A. 2000. Evolución de la familia Agavaceae: filogenia, biología reproductiva y genética de poblaciones. *Botanical Sciences*, (66), 131-150.
- Erlwein, S., Mira, T. J. R., & Velasco, P. A. 2013. Proceso de elaboración del pulque, su importancia económica y concepción social en Apan, Hidalgo.
- Esparza-Ibarra, E. L., Violante-González, J., Monks, S., Iñiguez, J. C., Araujo-Andrade, C., & Rössel-Kipping, E. D. 2015. Los agaves mezcaleros del altiplano Potosino y Zacatecano.
- Franco, T. L. 2003. Análisis Estadísticos de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos-Boletín Técnico IPGRI No. 8 (No. 8). *Biodiversity International*.

- García-Núñez, R. M., Galán-Reséndiz, M., Cuv, J. A., & Álvarez-Hernández, R. 2020. Identificación y caracterización morfológica de agaves en sistemas agroforestales con metepantle en tierras campesinas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(4), 917-929.
- García-Mendoza, A. 2007. Ciencias los agaves de México. *Revista Ciencias*, (87), 14-23
- García-Mendoza, A. 2007. Los agaves de México. *Ciencias*, (087).
- García-Mendoza, A. J. & Botánico, J. 2011. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Agavaceae. Fascículo, 88.
- García-Mendoza, A. J. 1995. Riqueza y endemismo de la familia Agavaceae en México. *Conservación de plantas en peligro de extinción: enfoques diferentes*, 51-75.
- 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).
- Gentry H. S. 1982. *Agaves of North American*. The University of Arizona Press. Tucson. 670p.
- González Navarro, M. 1970. *Historia moderna de México. El porfiriato, la vida social* (p.391). México.
- González-Huezo, A. Gómez-Arriola, I. Monti-Colombani, B. Hernández-Martínez, J. 2006. *Ruta del Paisaje Agavero*. Secretaria de Cultura del Gobierno de Jalisco.
- Granados, S. D. 1993. *Los agaves de México*. UACH. Primera Edición. Texcoco, Edo. De México. 252 p.
- Guerrero Guerrero, R. 1985. *El pulque, México*. INAH/Joaquín Mortiz (Contrapuntos).

- Hernández Villarreal, A. E. 2013. Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. CONACYT.
- Huerta Zavala, J. 2018. Variación morfológica y áreas potenciales de poblaciones del complejo agave angustifolia en el Estado de Guerrero (Tesis de maestría), Universidad Autónoma de Guerrero (México).
- Illsley, C., Torres-García, J. Hernández, P. Morales, R. Valera, I. Ibáñez y H. Nava. 2018. Manual de manejo campesino de magueyes mezcaleros forestales. Grupo de Estudios Ambientales. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2009. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tlatlauquitepec. Puebla. México. 9 pp.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2001. Conjunto de datos geográficos de la carta hidrológica de aguas superficiales. Escala 1:250,000. Serie II. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2005. Conjunto de datos geográficos de la carta Fisiográfica 1:1 000 000. Serie I. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2005. Conjunto de datos vectorial edafológico, escala 1:250 000 serie II. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2005. Conjunto de datos vectorial de uso del suelo y vegetación serie III escala 1:250 000. México.
- IPGRI. 1995. Descriptores para aguacate (*Persea spp.*) Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI-FAO). Roma, Italia. 54 p.
- Linas Montiel, G. 2018. Diagnóstico del maguey pulquero como estrategia de desarrollo en dos comunidades de Temoaya, Estado de México (Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de México).

- López-Nava, G., Martínez-Flores, J. L., Cavazos-Arroyo, J., & Mayett-Moreno, Y. 2014. La cadena de suministro del mezcal del estado de Zacatecas: Situación actual y perspectivas de desarrollo. *Contaduría y administración*, 59(2), 227-252.
- Martínez, J. A., & Antonio, J. 2001. Testimonios sobre el maguey y el pulque. La Rana, Instituto Estatal de la Cultura de Guanajuato, México.
- Molina-Guerrero, J. A., Botello-Álvarez, J. E., Estrada-Baltazar, A., Navarrete-Bolaños, J. L., Jiménez-Islas, H., Cárdenas-Manríquez, M., & Rico-Martínez, R. 2007. Compuestos volátiles en el mezcal. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 6(1), 41-50.
- 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., Toledo, V. M., & Casas, A. 2013. Los sistemas agroforestales tradicionales de México: una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375-398.
- Moreno-Terrazas, R., Escalante, A., Verdugo-Valdez, A., De la Rosa, M., Ortiz-Basurto, R. I., Orantes-García, C., Lappe-Oliveras, P. 2017. Bebidas Refrescantes y Alcohólicas de *Agave*. En S. Villareal Hernández (Ed), *Panorama del aprovechamiento de los agaves en México* (págs. 123-163. Guadalajara, Jalisco, CONACYT, CIATEJ, AGARED.
- Nair, PKR. 1997. Direcciones en la investigación agroforestal tropical: pasado, presente y futuro. *Agroforestry Systems* 38, 223-246.
- Narváez-Suárez, A. U., Martínez-Saldaña, T., Jiménez-Velázquez, M. A. 2016. El cultivo de maguey pulquero: opción para el desarrollo de comunidades rurales del altiplano mexicano. *Revista de Geografía Agrícola*. Universidad Autónoma de Chapingo, 56, 33-44.

- Nieto, A. R., Vargas, M. J., Nieto, A. J. C., Rodríguez, O. A., Jiménez, P. V. M., Hernández, C. J., & Ortíz, B. M. 2016. El cultivo de maguey pulquero (*Agave salmiana*) en el valle del mezquital. Hidalgo, México: Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.
- Nobel, P. S. 1994. Adaptations of Agaves to arid conditions. Primer Simposio Internacional sobre Agavaceas. Jard. Bot. del Inst. de Biol. U. N. A. M. y grupo académico de las Agavacesas.
- Olmedo-Carranza, B. 2010. El tequila: de su origen a su desnaturalización. Una aproximación. Revista CENIC. Ciencias Químicas, 41, 1-13.
- Parsons, JR y Darling, JA. 2000. Utilización del maguey (*Agave* spp.) En la civilización mesoamericana: un caso para el "pastoralismo" precolombino. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (66), 81-91.
- Periódico "La columna" (1901, junio). Tragedias de pulquería.
- Periódico Excélsior. Ed. 9/VI/1989.
- Porras Ramírez, E. S. 2017. Variabilidad genética y cuantificación genómica en especies del complejo *Agave potatorum* basado en marcadores morfológicos y citométricos (Tesis de maestría), Instituto politécnico nacional, Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional unidad Oaxaca (Oaxaca).
- Ramírez, R. M. 2000. Ignacio Torres Adalid y la industria pulquera. Universidad Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Sociales; Plaza y Valdés.
- Ramírez, R. R. 2004. El maguey y el pulque: memoria y tradición convertidas en Historia, 1884-1993 (Tesis doctoral, R. Ramírez Rodríguez).
- Ramsay, R. M. 2004. El maguey en Gundhó, Valle del Mezquital (Hidalgo, México): variedades, propagación y cambios en su uso. Etnobiología, 4(1), 54-66.

- Reynoso-Santos, R., García-Mendoza, A. J., López-Báez, W., López-Luna, A., Iñíguez, P. C., Pérez-Farrera, M. A., & Gutiérrez, M. D. 2012. Identificación taxonómica de agaves (*Agave* spp.): utilizados para la elaboración del licor comiteco en Chiapas, Mexico. *Agroproductividad*, 5(4), 9-18.
- Rojas, R. (2011). *Guía para realizar investigaciones sociales*. Editorial Plaza y Valdés.
- Ruschel Robinson, F. 2013. *El uso del ixtle en el Valle del Mezquital*. México. (Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de México).
- Ruvalcaba Mercado, J. 1983. *El maguey manso. Historia y presente de Epazoyucan, Hgo., México: UACH (Cuadernos Universitarios - Serie Ciencias Sociales no. 4)*.
- Sánchez, B., Zorrilla, L. 1998. *El maguey "árbol de las maravillas."* Gobierno del Estado de Hidalgo, Museo Nacional de Culturas Populares, INI-SEP-DGCP, México, p. 26.
- Scheinvar G. S. 2017. *Agave, mezcal tradicional, cultura y diversidad*. Oikos No. 18 Instituto de Ecología UNAM. 9-13.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. 2014. *Guía Técnica para la descripción varietal de Agave spp.* México DF. 25 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, (SIAP), 2020. *Cierre de la producción por cultivo: maguey pulquero*. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-porcultivo>.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2020. *Estadística de Producción Agrícola*.
- Teresa-Mogollón, G. 2020. *Guía de clase, Biología (taxonomía)*. Institución educativa la libertad-Bucaramanga.

- Torres-García, I. Rendón-Sandoval, F. J. Blancas, J. Casas A. Moreno Calles, A. I. 2019. El género *Agave* en los sistemas agroforestales de México. *Botanical Sciences* 97 (3): 263-290. I
- Turok, Marta, 1988. *Como acercarse a la artesanía*, Editorial Plaza y Valdés, México.
- Vargas -Monter, J., Nieto-Aquino R., Nieto-Aquino J. C. 2016. Caracterización morfológica de tres variedades (Manso, Chalqueño y Xamini) de maguey del municipio de Francisco I. Madero Hidalgo. (El cultivo de maguey pulquero (*Agave salmiana*) en el Valle del Mezquital). México, Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.
- Vázquez, G. A.; Aliphath, F. M. M.; Estrella, Ch. N. G.; Ortiz, T. E.; Ramírez, J.J y Ramírez, A. M. 2016. El maguey pulquero, una planta multifuncional y polifacética: los usos desde una visión mestiza e indígena. *Scripta Ethnologica*, 38, 65-87.
- Vela, E. 2014, (editor), "Breve historia", *Arqueología Mexicana*, edición especial núm. 57, pp. 10-11.
- Walton, MK. 1977. La evolución y localización del mezcal y el tequila en México. *Revista Geográfica*, 113-132.



BUAP

“HUP, 50 años de enseñanza y salud”

Oficio No. CRN-SAC/TIT 218/2022

Asunto: Impresión de Tesis

C. Uriel Benavides Polo
Alumno del Complejo Regional Norte
Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla
PRESENTE

*Con base en el dictamen emitido por el Dr. Ignacio Vázquez Martínez (**Director de Tesis**), M.C. Benjamín Barrios Díaz y Dr. Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna (**Revisores**), en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la impresión de la tesis titulada:*

**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE AGAVES PULQUEROS
EN DOS COMUNIDADES DE TLATLAUQUITEPEC, PUEBLA”**

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agroforestal.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

ATENTAMENTE

“PENSAR BIEN, PARA VIVIR MEJOR”

Chignahuapan, Pue. a 21 de junio de 2022

Dr. Erik Moisés González Castillo
Secretario Académico

c.c.p. archivo
EMGC/T/ogh

