



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

POSGRADO EN CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN  
ECOSISTEMAS

“APROVECHAMIENTO Y DISPONIBILIDAD  
ESPACIAL DE *Agave potatorum* EN SAN LUIS  
ATOLOTITLÁN, PUEBLA, MÉXICO”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)

P R E S E N T A

AMÉRICA MINERVA DELGADO LEMUS

DIRECTOR DE TESIS: DR. ALEJANDRO CASAS  
FERNÁNDEZ

MORELIA, MICHOACÁN  
FEBRERO, 2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

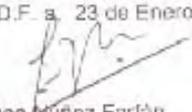
**Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez**  
**Director General de Administración Escolar, UNAM**  
**Presente**

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 26 de noviembre de 2007, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL)** de la alumna **DELGADO LEMUS AMÉRICA MINERVA** con número de cuenta **505017064** con la tesis titulada "**Aprovechamiento y disponibilidad espacial de Agave potatorum en San Luis Atlotitlán, Puebla, México**", realizada bajo la dirección del **DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ**.

Presidente: DR. OSWALDO TÉLLEZ VALDÉS  
Vocal: ERICK DE LA BARRERA MONTPELLIER  
Secretario: DR. ALEJANDRO CASAS FERNÁNDEZ  
Suplente: DR. DIEGO RAFAEL PÉREZ SALICRUP  
Suplente: DR. RAFAEL LIRA SAADE

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo

**Atentamente**  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D.F. a 23 de Enero de 2008.

  
Dr. Juan Muñoz Farfán  
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente de la interesada.

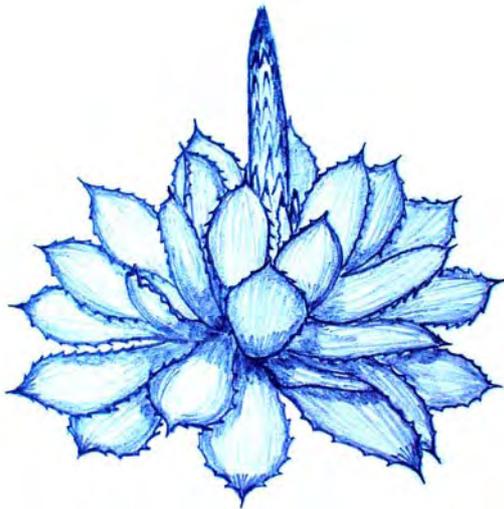
## DEDICATORIA

*A Ignacio, mi amigo, compañero, mi amore, mi tonalli.*

*A mi padres, hermanos y especialmente a la nueva generación: Abril, Sergio y Zazil.*

*Por que un mejor mañana si se puede construir.*

*A todos los pueblos y comunidades mezcaleras de México.*



*Para todo mal mezcal*

*Para todo bien también*

*Y si no hay remedio, litro y  
medio...*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dirección General de Estudios de Posgrado por el apoyo recibido para la realización de la Maestría en Ciencias Biológicas y del presente estudio.

Agradezco el apoyo otorgado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), por medio del proyecto (IN220005) “Bases Ecológicas para el aprovechamiento y conservación de recursos vegetales en las Zonas áridas del Valle de Tehuacan-Cuicatlán”. De igual manera, agradezco el apoyo de los Fondos Sectoriales SEMARNAT-CONACyT (2002-C1-0544), del proyecto “Recursos Genéticos de México: manejo *in situ* y Bioseguridad”. Agradezco también el apoyo otorgado por el Royal Botanic Gardens, KEW, por medio del proyecto “Integral Study of the columnar cacto of the Tehuacan-Cuicatlán Biospher Reserve”.

Agradezco el apoyo otorgado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) por medio del proyecto IN219608, “Manejo y conservación *in situ* de recursos vegetales de zonas áridas de México: un enfoque ecológico y etnobotánico”.

Agradezco a mi asesor, el Dr. Alejandro Casas Fernández por su confianza, apoyo incondicional, guía y sobre todo por su amistad. Gracias Alejandro.

Al Dr. Oswaldo Téllez, le agradezco la ayuda en el manejo de los SIG y sus valiosos comentarios.

Agradezco al Dr. Rafael Lira Saade por sus preguntas y comentarios que aportó en los exámenes tutorales.

Agradezco a los miembros del jurado Dr. Alejandro Casas Fernández, Dr. Oswaldo Téllez Valdés, Dr. Rafael Lira Saade, Dr. Diego Pérez Salicrup y al Dr. Erick de la Barrera Montppellier por sus aportaciones y comentarios.

Agradezco mucho a Ignacio Torres García, por la ayuda en campo, por las fotos, los dibujos, la visión panorámica y la microscópica, por andar conmigo todos los caminos. Muchas gracias Nachuk.

A Mario Guevara agradezco mucho su ayuda en el campo y sus inquietantes preguntas. Thank’s bro.

Agradezco a Rocío Díaz, por seguirme la corriente, por las visitas a los mezcaleros y las fotos. Gracias Chio.

Agradezco a Mizael Sánchez la mano solidaria en el diseño de imágenes.

A mis compañeros del laboratorio de Ecología y Evolución de Recursos Vegetales del CIEco: José Blancas, Susana Guillén, Fernando Ortiz, Selene Rangel, Ana Isabel Moreno, Fabiola Parra les agradezco su ayuda en el campo y en laboratorio.

Especialmente quiero agradecer al técnico académico Edgar Pérez Negrón, por todo el apoyo en el campo. Por que sin ti el camino sería tupido, gracias Linux.

Agradezco de manera muy especial a la comunidad de San Luis Atolotitlán, Puebla, por todo el apoyo y la confianza otorgados para realizar este trabajo.

Gracias a las autoridades ejidales y municipales de San Luis Atolotitlán por las facilidades brindadas para la realización de este proyecto.

Muchas gracias a los productores de mezcal, en especial a la familia Ortega, a don Manuel Macedas e hijos, a Don Carmelo Jinés, Don Guillermo García, a Jesús Hernández, Taurino García, Iovani Macedas y Lorenzo Mendoza, muchas gracias por abrirme las puertas de sus palenques, brindarme su conocimiento, su visión y amistad.

Agradezco a Cornelio Pérez, por brindarme la información que en ningún lado encontré, por abrir mi visión, mi olfato y mi gusto. Gracias Tío Corne por hacerme pensar en el mezcal como un todo.

A mis padres: Blanca Lemus Ruiz, Alejandro Delgado y David Barkin. Mil gracias, sin ustedes, en verdad,

A mis hermanos: Blanca Alejandra, Estrella Maya, Tzitzí Sharhi y Gabriel Hidalgo, gracias por ser tan carnales.

A mis amigos, carnales, brujas y cuates, gracias por estar siempre cerca.

Fotos y dibujos: Ignacio Torres García, excepto en donde se indica.

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. El aprovechamiento de los agaves .....	1
1.2. Hipótesis .....	9
1.3. Objetivos .....	10
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
2.1. El Valle de Tehuacán-Cuicatlán.....	11
2.2. San Luis Atolotitlán.....	12
2.3. Clima .....	12
2.4. Vegetación .....	14
2.5. Aspectos históricos .....	14
2.6. Aspectos socio-económicos .....	15
2.7. Descripción de la especie <i>Agave potatorum</i> Zucc. ....	16
2.8. Caracterización de las formas de uso, manejo y consumo del recurso .....	19
2.9. Producción y comercialización de mezcal .....	20
2.10. Extracción.....	20
2.11. Distribución, abundancia y disponibilidad espacial .....	21
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
3.1. Formas de uso, manejo y consumo de <i>Agave potatorum</i> en San Luis Atolotitlán.....	24
3.1.1. Preparación de mezcal .....	24
3.1.2. <i>Agave potatorum</i> como alimento .....	26
3.1.3. Usos medicinales de <i>Agave potatorum</i> .....	28
3.1.4. <i>Agave potatorum</i> como material para construcción .....	30
3.1.5. Papalometl como forraje.....	32
3.1.6. Otros usos .....	32
<b>IV. PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE MEZCAL .....</b>	<b>33</b>
4.1. Producción de mezcal en San Luis Atolotitlán.....	33
4.2. Descripción del proceso de producción de mezcal .....	35
4.2.1. Extracción de <i>Agave potatorum</i> para producción de mezcal.....	36
4.2.2. Horneado .....	38
4.2.3. Machacado o majado.....	41
4.2.4. Fermentación.....	45
4.2.5. Destilación .....	47
4.3. Producción anual, rendimiento y calidad del mezcal .....	53

4.4. Importancia económica del mezcal en el sustento de las familias involucradas en la producción de mezcal.....	54
4.5. Cantidad de <i>Agave potatorum</i> empleada al año para fabricar mezcal .....	57
<b>V. DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y DISPONIBILIDAD ESPACIAL.....</b>	<b>58</b>
5.1. Distribución de <i>Agave potatorum</i> .....	58
5.2. Abundancia y disponibilidad espacial de <i>Agave potatorum</i> .....	58
5.3. Percepción local del estado actual del <i>Agave potatorum</i> .....	69
5.4. Manejo .....	69
<b>VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>72</b>
Usos, conocimiento.....	72
Manejo .....	73
Producción de mezcal .....	74
Importancia económica del mezcal.....	76
Disponibilidad del recurso .....	77
Problemas puntuales.....	78
Comercio .....	81
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>83</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>88</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Información sobre registros de <i>Agave potatorum</i> cercanos al área de estudio.....	
.....	13
<b>Tabla 2.</b> Disponibilidad de individuos de <i>Agave potatorum</i> extraíbles en San Luis Atlotitlán (con base en muestreos).....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación de San Luis Atlotitlán, Puebla.....	11
<b>Figura 2.</b> <i>Agave potatorum</i> .....	16

<b>Figura 3.</b> Partes del maguey y su nombre científico.....	25
<b>Figura 4.</b> Usos medicinales de <i>Agave potatorum</i> en San Luis Atolotitlán.....	29
<b>Figura 5.</b> Usos medicinales del mezcal en San Luis Atolotitlán.....	30
<b>Figura 6.</b> Quiotes de <i>Agave salmiana</i> var. <i>ferox</i> , empleados como vigas para la construcción de viviendas en San Luis Atolotitlán.....	31
<b>Figura 7.</b> Pared hecha con quiotes de maguey <i>Agave salmiana</i> var. <i>ferox</i> y corral hecho con quiotes.....	31
<b>Figura 8.</b> Porcentajes de palenques que producen mezcal de tres tipos: 100% de <i>Agave potatorum</i> , 100% de <i>A. marmorata</i> o 100% <i>A. potarorum</i> y mezcla de ambos.....	35
<b>Figura 9.</b> Diagrama del proceso de producción de mezcal en San Luis Atolotitlán..	36
<b>Figura10.</b> A) Corte y “rasurado” de pencas del maguey “papalometl” con machete, B) Corte final o “rasurado” de pencas del maguey de “puya” ( <i>A. salmiana</i> var. <i>feroz</i> ) con machete.....	38
<b>Figura 11.</b> Hornos de pozo.....	39
<b>Figura 12.</b> Cabezas de maguey (pitzomel) al momento de acomodarlas en el horno.....	41
<b>Figura 13.</b> Canoa y mazos, empleados en la molienda manual de las cabezas de maguey cocidas.....	42
<b>Figura 14.</b> Corte en trozos de las cabezas de maguey cocido, izquierda) con hacha, derecha) con machete.....	43
<b>Figura 15.</b> Forma manual de majar el maguey entre dos y tres personas, en canoa hecha de tronco de pirul y con la ayuda de mazos, también de pirul.....	43
<b>Figura 16.</b> Forma mecánica de triturar el maguey mediante una era o molino mecánico.....	44
<b>Figura 17.</b> Remoción del maguey con azadón, para facilitar la majada.....	45

<b>Figura 18.</b> Izquierda: gabazo recién triturado en pileta para fermentación hecha de mampostería, cemento y barro; derecha: gabazo seco en pileta hecha de cemento y tabicón. ...	47
<b>Figura 19.</b> Maguey molido y fermentado, o “tepache”, listo para la destilación.....	48
<b>Figura 20.</b> La masa para tortillas es empleada para sellar ranuras del alambique.....	49
<b>Figura 21.</b> Alambique con montera de barro: a) montera, b) turbante y c) Serpentín (dentro del tambo).....	50
<b>Figura 22.</b> Alambique con montera de cobre.....	50
<b>Figura 23.</b> Dos formas de filtrar el mezcal para eliminar basura y restos de cobre.....	51
<b>Figura 24.</b> Venencia o carrizo y huaje, empleados para medir el grado alcohólico del mezcal en San Luis Atlotitlán, mediante el “perleado” .....	52
<b>Figura 25.</b> “Pesalcor” o densímetro empleado para regular la graduación alcohólica del mezcal.....	53
<b>Figura 26.</b> Porcentajes de ganancia por concepto de producción de mezcal correspondientes a cada eslabón de la cadena de producción en San Luis Atlotitlán.....	55
<b>Figura 27.</b> Perfil diagramático del candelillar de <i>Euphorbia antisiphilitica</i> .....	60
<b>Figura 28.</b> Perfil diagramático del matorral de <i>Dasyllirion serratifolium</i> .....	61
<b>Figura 29.</b> Perfil diagramático del matorral <i>Gochnatia-Dasyllirion</i> .....	62
<b>Figura 30.</b> Perfil diagramático del cardonal de <i>Mitrocereus fulviceps</i> .....	63
<b>Figura 31.</b> Perfil diagramático de un relicto de bosque de <i>Quercus</i> sp .....	64
<b>Figura 32.</b> Perfil diagramático de la chichipera .....	65

<b>Figura 33.</b> Perfil diagramático del chaparral-matorral rosetófilo	66
<b>Figura 34.</b> Perfil diagramático del izotal de <i>Beaucarnea purpusii</i>	67
<b>Figura 35.</b> Mapa de distribución potencial de <i>Agave potatorum</i> en San Luis Atolotitlán, Puebla	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO I.</b> ENCUESTA SOBRE USO GENERAL DE <i>Agave potatorum</i>	88
<b>ANEXO II.</b> ENCUESTA SOBRE USO DEL <i>Agave potatorum</i> PARA LA ELABORACIÓN DE MEZCAL	90
<b>ANEXO III.</b> Información sobre unidades de producción	93
<b>ANEXO IV.</b> Insumos por unidad de producción	94
<b>ANEXO V.</b> Registros de <i>Agave potatorum</i> dentro de su rango de distribución (CONABIO, 2007)	95
<b>ANEXO VI.</b> Disponibilidad promedio de individuos de <i>Agave potatorum</i> extraíbles, con base en los muestreos ecológicos	100

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. El aprovechamiento de los agaves

El aprovechamiento de los recursos vegetales es una práctica tan antigua como los orígenes de los seres humanos. La diversidad de formas que presenta en la actualidad resulta de la evolución cultural en variados contextos ambientales, a través de lo cual se han desarrollado diversas estrategias de manejo dirigidas a asegurar la disponibilidad y en algunos casos a aumentar la calidad de los recursos. Las culturas que se desarrollaron en el territorio mexicano desde las primeras fases de presencia humana en esta área hace alrededor de catorce mil años (MacNeish, 1992) han utilizado gran variedad de recursos vegetales con múltiples propósitos. Caballero (1984) y Casas *et al.* (1994) han estimado que en la actualidad las comunidades campesinas de México aprovechan entre 5,000 y 7,000 especies de plantas, lo que muestra que la interacción entre plantas y seres humanos ha sido excepcionalmente rica en el territorio nacional. Esta riqueza se debe en parte a la alta diversidad de ecosistemas y especies vegetales (de 25,000 a 30,000 especies de plantas con flores de acuerdo con Rzedowski, 1993, Toledo, 1988 y Villaseñor, 2004), así como a la gran riqueza cultural (58 grupos étnicos indígenas, de acuerdo con Toledo, 2001 y 54 lenguas indígenas, de acuerdo con Gordon, 2005) que caracterizan al país. Estos factores han determinado una amplia gama de expresiones en el uso de los recursos naturales, de las más diversas del mundo (Casas *et al.*, 1994).

Los agaves o magueyes conforman un grupo de recursos vegetales de especial importancia en México por la diversidad de especies y de usos que éstas tienen en el país. En México existen 150 especies del género *Agave* (Gentry, 1982) y su aprovechamiento se remonta a las primeras etapas de ocupación humana del territorio mexicano hace miles de años (McNeish, 1992). La larga historia de interacción de las culturas mesoamericanas con los magueyes permitió el desarrollo de un conocimiento tradicional sobre sus propiedades aprovechables, así como técnicas para su manejo y aprovechamiento. Este

conocimiento se ha transmitido por muchas generaciones y todavía es conservado e innovado en numerosas comunidades campesinas indígenas y mestizas.

De acuerdo con los estudios arqueológicos de Smith (1967), MacNeish (1967), Gentry (1982) y Flannery (1986), los seres humanos han usado agaves en Mesoamérica como alimento desde hace 9,000 a 10,000 años. El uso de la fibra de maguey se remonta al año 10,800 a. C., según las evidencias arqueobotánicas encontradas en la cueva de Guilá Naquitz, Oaxaca, entre las que se cuentan fibras de *Agave* entrelazadas (Flannery, 1986).

El uso de estos recursos se extiende por todo el continente americano, y Gentry (1982) en su obra "Agaves of continental North America" llama a esta interacción "simbiosis hombre-agave", otorgándole un valor especial a la historia y a la etnobotánica de los magueyes de América.

Algunos de los conocimientos tradicionales sobre usos y técnicas de preparación y manejo de los agaves siguen vigentes entre los habitantes actuales de las áreas rurales de México, quienes todavía aprovechan este recurso bajo una amplia gama de usos (Casas *et al.*, 2001). Entre los usos más difundidos de los agaves se encuentran los de: (i) cerca viva para delimitar parcelas y para controlar y retener suelo (Rangel y Lemus, 2002), lo que en algunas circunstancias se aprovecha para favorecer la infiltración de agua al suelo (Gentry, 1982), (ii) comestible, consumiéndose particularmente los botones florales y el escapo (Gentry, 1982; Casas *et al.*, 2001), (iii) materia prima para la elaboración de fibras, tales como el yute, el ixtle y el henequén (Palma, 2000), (iv) como combustible (Palma, 2000; Rangel y Lemus, 2002; Torres, 2004; Gentry, 1982), (v) como material para la construcción y (vi) como materia prima para la elaboración de bebidas alcohólicas (Rangel y Lemus, 2002; Torres, 2004; Gentry, 1982).

Entre las bebidas alcohólicas elaboradas a base de agaves destacan el pulque y el mezcal. Desde la época pre-colombina el pulque es una bebida fermentada de gran importancia cultural, y en el presente se prepara en numerosos pueblos campesinos. El mezcal, por otra parte, es resultado de la

combinación de las técnicas indígenas de cocción de agaves para preparar alimentos y de técnicas de destilación muy probablemente introducidas por los españoles y/ó los filipinos en tiempos posteriores al contacto con el Viejo Mundo (Aguirre et al., 2006).

El cocimiento de maguey en hornos de pozo, primer paso del proceso para hacer mezcal, se ha practicado desde hace 10,000 años (Gentry, 1982) de acuerdo con los estudios arqueológicos de MacNeish (1967) y Flannery (1986) en el Valle de Tehuacán, Puebla y en Guilá Naquitz, Oaxaca, respectivamente. Esta práctica da como resultado un alimento dulce llamado mezcalli (náhuatl; metl= agave e ixcalli = horno). Ambos autores estiman que este alimento conformaba un porcentaje importante en la dieta de los pobladores de la prehistoria en las regiones referidas (MacNeish, 1967; Callen, 1987). La técnica tradicional de horneado de los tallos de diversas especies de maguey para producir mezcalli (Gentry, 1982) fue básica en el desarrollo de la producción de mezcal, ya que el mezcalli es sumamente rico en azúcares y su fermentación produce alcoholes en cantidad y calidad adecuadas para la destilación de bebidas para consumo humano (Gentry, 1982).

La destilación, el último paso en la producción de mezcal, tiene una historia polémica. Existen actualmente tres puntos de vista que discuten su origen y práctica en nuestro país. Una explicación sostiene que la técnica de destilación y el alambique son de origen árabe (el término alambique de deriva de la palabra árabe al y del término griego ambicos = vaso). La destilación, como otras técnicas de uso en la química convencional debe su invención a los alquimistas cuyo origen se remonta a la Grecia del año 300 antes de Cristo, aunque los alquimistas griegos a su vez recopilaron aportaciones de ideas y conocimientos egipcios y babilónicos. Su mayor esplendor en la antigüedad parece haberse alcanzado en Alejandría entre los años 200 a 300 después de Cristo, siendo posiblemente en esta época cuando se inventó el alambique, invención que historiadores atribuyen a Zósimo de Panópolis (El Khadem, 1996).

Pero fue la obra de Gerber (posible seudónimo de un grupo de alquimistas árabes), publicada hacia el año 850 y traducida al latín con el título "*de Summa Perfectionis*", la que llevó a Europa el pensamiento y los métodos de la química, incluyendo la técnica de destilación con alambique (Newman, 1991). Es indudable que la destilación para la obtención de alcohol es una invención árabe, la cual se atribuye particularmente al alquimista Ibn Yasid (Newman, 1991). Este descubrimiento no pudo ser anterior al siglo X puesto que la inmensa obra del filósofo árabe Avicena (980-1037), verdadera enciclopedia de los conocimientos de su época, no menciona al alcohol destilado aunque describe detalladamente el alambique y relaciona minuciosamente sus aplicaciones (Ramírez de la Torre, 2004). El alambique y la técnica de destilación fueron adoptados por los españoles, quienes a su vez los introdujeron a México durante la época de la colonia, cuando su uso se adaptó directamente para producir aguardiente de maguey, el mezcal. Esta era hasta hace poco tiempo la versión más aceptada. Sin embargo, los alambiques y el tipo de destilación empleados en algunas regiones de México (como por ejemplo algunos municipios de Oaxaca), son similares a los empleados por los filipinos, lo que ha conducido a una segunda hipótesis. Ésta ha sido planteada por Aguirre et al. (2001); Aguirre *et al.* (2006); Colunga-GarcíaMarín et al., (2007), quienes sostienen que la destilación fue introducida inicialmente a México por los filipinos que llegaron a Colima en la Nao de Manila, los cuales la empleaban para destilar aguardiente de coco.

Finalmente, una tercera hipótesis plantea que la destilación es de origen prehispánico, basándose en evidencia arqueológica de técnicas precolombinas sobre destilación practicadas en Nativitas, Tlaxcala, hace aproximadamente 2,450 años (Avilés, 2004). Esta información surge de la investigación realizada por María del Carmen Serra Puche, Jesús Carlos Lazcano Arce y Manuel de la Torre, antropólogos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y quienes actualmente continúan explorando las evidencias de la destilación a lo largo de lo que los autores denominan "ruta del mezcal", la cual incluye varios estados de la República Mexicana. La evidencia que apoya esta hipótesis

está constituida por ollas de barro y hornos que contienen restos de maguey. Los hornos encontrados en Tlaxcala resultan, por analogía etnográfica, muy similares a los hornos actualmente utilizados en la cocción de maguey para la producción del mezcal. Además, los cimientos de las unidades habitacionales de Nativitas permiten observar que las casas están asociadas a los hornos. La analogía consiste en que los grupos indígenas que hoy elaboran el mezcal en forma rústica, como la hacían sus antepasados, también tienen sus casas asociadas a la producción mezcalera, y sus comunidades se encuentran en zonas altas del país, que es lo mismo que se ha encontrado en etapas prehispánicas en el sitio de Nativitas (Serra- Puche y Lazcano, 2006). Las implicaciones de esta hipótesis son que la destilación del mezcal no data de 1650, como indican los primeros reportes, ni fue introducida a México desde el Viejo Mundo.

Pero aunque el origen de la destilación en México es aún incierto, el hecho es que durante el siglo XVIII la producción de mezcal se diversificó y extendió a varias regiones del país. En algunas de estas regiones el comercio del mezcal se consideraba “ilegal”, y su producción fue objeto de persecución por parte del gobierno. Este conflicto tuvo una larga historia que comenzó en 1785 con la prohibición de su producción y comercialización, fundamentalmente con el fin de eliminar la competencia que representaba este “vino de mezcal” para los licores de uva producidos en el viejo continente. Sin embargo, una década más tarde la corona española pensó en sacar provecho a los mezcales en lugar de prohibirlos, dando la primera autorización a José María Guadalupe Cuervo para producir “vino de mezcal de tequila”, comenzando así la historia del mezcal más conocido: el tequila. Otros mezcales se mantuvieron clandestinos por siglos, ocultándose del cobro de impuestos y otros nacerían más tarde (Aguirre *et al.*, 2006).

Actualmente en México el mezcal se prepara con por lo menos 42 especies de *Agave*, incluyendo 7 subespecies y 7 variedades en 24 entidades federativas del país, mientras que la Norma Oficial Mexicana (NOM) del mezcal reconoce explícitamente sólo seis taxa de 7 estados de la República

(Colunga-GarcíaMarín *et al.*, 2007). El mezcal se prepara en seis regiones del país (CONABIO, 2006). En el noroeste, principalmente en el estado de Sonora, se prepara un mezcal con *Agave angustifolia* (maguey espadín), que recibe el nombre de “bacanora”; en el occidente del país, que comprende los estados de Guerrero, Jalisco y Nayarit se prepara mezcal con *Agave durangensis*, *A. maximiliana*, *A. inaequidens*, *A. tequilana* y *A. angustifolia*. En la Cuenca del río Balsas, en los estados de Guerrero y Michoacán, se prepara mezcal con *Agave cupreata*; en el noreste de México, principalmente en el estado de Tamaulipas se produce con *Agave americana* y *A. lophanta*; en la región del Altiplano Potosino-Zacatecano se produce con *Agave salmiana* subsp. *crassispina* (Aguirre *et al.*, 2006); mientras que en la región Centro y Sur, que comprende los estados de Oaxaca y Puebla, incluyendo el Valle de Tehuacán, el mezcal se prepara con *Agave marmorata*, *A. potatorum*, *A. angustifolia*, *A. americana* var. *oaxacensis*, *A. rhodacantha* y *A. karwinski* (Aguirre *et al.*, 2006).

Además de las seis especies mencionadas, en el Valle de Tehuacán se utilizan por lo menos otras seis especies de agave para fibras, utensilios, como combustible, como material de construcción, para la medicina tradicional, con fines alimenticios y como base para obtener bebidas como pulque y mezcal (Casas *et al.*, 2001; Pérez-Negrón, 2002; Rangel-Landa y Lemus, 2002; Echeverría, 2003; Paredes *et al.*, 2007). Así, por ejemplo, en su estudio etnobotánico en la comunidad de Santa María Ixcatlán, Oaxaca Rangel-Landa y Lemus (2002) documentaron que además de usarse para elaborar mezcal, *Agave potatorum* se usa como medicina, asando la penca y aplicándola tópicamente para desinflamar torceduras, golpes y luxaciones y ocasionalmente se consume el mezcalli (los tallos horneados) como alimento. En algunos poblados donde no se produce mezcal, *Agave potatorum* es una fuente importante de ingresos para las familias que lo cortan para venderlo a los mezcaleros de los pueblos vecinos. Tal es el caso de San Pedro Nodón y Santiago Quiotepec, Oaxaca donde Echeverría (2003) y Pérez-Negrón (2002), registraron la presencia de esta especie y aunque en las comunidades no se produce mezcal, el agave se vende a otras comunidades.

*Agave potatorum* recibe el nombre de “papalometl” en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y es la principal especie utilizada en la producción de mezcal en la región. Se extrae silvestre de las comunidades vegetales locales y al no ser cultivado la intensidad de extracción pone en riesgo la integridad de sus poblaciones, así como a las comunidades vegetales en las que se encuentra. San Luis Atolotitlán, el área de estudio de la presente investigación, es una comunidad en donde se extrae y se produce mezcal y que representa tal problemática. En un estudio sobre plantas útiles de esta comunidad Torres (2004) registró que el uso de diferentes especies de maguey tiene importancia en la subsistencia campesina. Entre tales especies menciona a *Agave salmiana* var. *ferox* la cual es utilizada como material para la construcción, *Agave atrovirens* usada como maguey pulquero y *Agave potatorum*, principalmente usado como materia prima para la producción de mezcal. Asimismo, Torres (2004) registró la presencia de *Agave potatorum* en el matorral rosetófilo de *Dasylirion serratifolium* con densidades de 2,120 individuos por hectárea, en el cardonal de *Mitrocereus fulviceps* con densidades de 220 individuos por hectárea y describió la presión extractiva bajo la que se encuentra esta especie y la problemática que ésta trae consigo. La información de Torres (2004) sobre la extracción de este agave, permitió suponer que no obstante los riesgos aparentes, esta actividad se sigue llevando a cabo debido a que debe representar un ingreso económico significativo para las familias que llevan a cabo distintas prácticas de la cadena productiva, incluyendo a los productores de mezcal, los peones o empleados, los extractores de agave y los comerciantes que expenden esta bebida en la comunidad.

Pero junto a la importancia económica del mezcal, es también factible suponer que otro factor que influye en el mantenimiento de esta actividad es la percepción que la gente de la comunidad y los productores de mezcal tienen sobre el valor cultural del recurso, el cual se refleja en los relatos sobre costumbres y usos antiguos de este agave. De acuerdo con lo documentado por Torres (2004) y de acuerdo con observaciones de campo preliminares durante el presente estudio, se pudo observar que la distribución espacial y abundancia

del papalometl en distintos sitios del territorio de la comunidad ha disminuido drásticamente y se puede suponer que esto se debe a la extracción motivada por el relativamente alto valor económico y cultural del agave y del mezcal. Pero también debido a tal valoración existe el interés de los productores y consumidores por promover la conservación del papalometl y el manejo de este y otros magueyes para permitir preservar la tradición mezcalera en el área. Es esta preocupación una de las motivaciones principales del presente estudio. En el proyecto “Recursos genéticos de México: manejo *in situ* y bio-seguridad” llevado a cabo en el Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM, y con base en las recomendaciones del estudio de Torres (2004) se consideró a *A. potatorum* como un recurso cuyo estudio es de alta prioridad. Se trata de un recurso para el cual es necesario desarrollar estrategias de aprovechamiento sustentable, siendo primordial generar información puntual y detallada sobre su ecología, caracterizar la actividad extractiva, la frecuencia, las cantidades y lugares de extracción, así como su importancia económica y cultural. Todo ello con la finalidad de contar con información clave para formular estrategias de manejo *in situ* que aseguren la permanencia de este *Agave*, así como de la actividad que sustenta. Y es éste el enfoque central del presente estudio.

Actualmente se llevan a cabo diversos estudios sobre *Agave potatorum* en San Luis Atolotitlán, los cuales pretenden ampliar la comprensión sobre el manejo de dicha especie en conjunto con la presente investigación, la dinámica de sus poblaciones locales y las condiciones para su reproducción. Tales estudios incluyen los proyectos “Dinámica poblacional de dos morfos de *Agave potatorum* Zucc. en el Valle de Tehuacán: bases para su manejo sustentable” llevado a cabo por Ignacio Torres (Torres, 2008), “Efecto de la explotación humana en la biología de la polinización de *Agave salmiana* y *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, Puebla” realizado por Pedro Estrella (Estrella, 2008), “Establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, Puebla” desarrollado por Selene Rangel (Rangel-Landa, 2008).

## RESUMEN

Este estudio fue realizado en la comunidad de San Luis Atolotitlán, ubicada al sur de Puebla en la porción media de la reserva de la biósfera Tehuacán-Cuicatlán. Se documentaron los procesos de extracción, usos y manejo tradicional de *Agave potatorum*, así como el proceso de producción de mezcal y su comercialización en la comunidad, con el fin de analizar su importancia económica y los riesgos en los patrones actuales de aprovechamiento. Se evaluó la disponibilidad espacial de este recurso en el territorio del ejido y se hizo un análisis del balance entre la cantidad disponible y la que se extrae. Se documentó la importancia que tiene el *Agave potatorum* (papalometl como se conoce regionalmente) como complemento a la dieta familiar, como medicina, como forraje, material para construcción y como ornato. Se documentó la producción de mezcal, actividad que beneficia en menor o mayor grado al 30% de las unidades domésticas (60 familias) de San Luis Atolotitlán. La producción de mezcal es una actividad familiar, de colaboración entre productores, con una historia en la comunidad de por lo menos 90 años. El proceso de producción es artesanal y está integrado básicamente por cinco pasos: la selección y corte del agave, el horneado del maguey, el majado o machacado del maguey, la fermentación y la destilación. Algunos de los materiales tradicionales han sido reemplazados por materiales modernos, más accesibles o que ofrecen mayor duración. Pero aun con estas transformaciones, el agave sigue procesándose de manera artesanal, paso a paso, hasta obtener la bebida y comercializarla localmente. Se producen tres tipos de mezcal; uno que es 100% de *Agave potatorum*, otro que es una mezcla de éste con *Agave marmorata* y, en menor proporción, un mezcal 100% de *Agave marmorata*. El rendimiento promedio del maguey papalometl es de un litro de mezcal por cada dos cabezas de maguey, dependiendo del tamaño de éstas. Se requieren anualmente en promedio 11,975 cabezas de *Agave potatorum* para la producción de mezcal. Se encontró *Agave potatorum* en ocho tipos de vegetación: candelillar de *Euphorbia antisiphilitica*, matorral de *Dasyllirion serratifolium*, matorral *Gochnatia-Dasyllirion*, cardonal de *Mitrocereus fulviceps*, matorral rosetófilo, chichipera, chaparral-matorral rosetófilo, izotal de *Beaucarnea purpusii*. El tipo de vegetación donde *A. potatorum* es más abundante es el candelillar de *Euphorbia antisiphilitica*, con 53 individuos extraíbles por hectárea, contrastando con el matorral de *Gochnatia-Dasyllirion* en el que los muestreos realizados no registraron individuos extraíbles. Por otra parte, la distribución potencial de *Agave potatorum* es de 608 hectáreas aproximadamente, incluyendo los ocho tipos de vegetación mencionados. El

promedio de disponibilidad es de 12 individuos por hectárea. Considerando estas cifras, se calculó una disponibilidad de 7,296 individuos de *Agave potatorum* extraíbles dentro del territorio del ejido de San Luis Atolotitlán. De estos, se calculó que se extraen anualmente entre 54% y 87% (4,000 y 6,400) del total de individuos reproductivos disponibles, dando un déficit de entre 5,575 y 7,975 individuos al año.

El aprovechamiento de *Agave potatorum*, no está reglamentado. Se lleva a cabo solamente extrayendo en poblaciones silvestres y aun que se detecta que la producción de mezcal es una actividad no sustentable, ésta persiste y se dirige a mantenerse hasta agotar el recurso silvestre. El acelerado ritmo de extracción y la disponibilidad actual de *Agave potatorum* permiten prever que la actividad mezcalera a base de éste difícilmente se mantendrá por más de una década.

Es necesario conocer mejor la ecología del maguey para generar herramientas para diseñar propuestas para su mejor aprovechamiento. Esto permitiría aproximarse a un aprovechamiento sustentable, en el cual los pobladores locales se apropien del ordenamiento, manejo y monitoreo de la actividad, así como del abastecimiento y manejo de los insumos (agave, agua y leña) necesarios para sustentar esta actividad. Se requiere para ello manejar las poblaciones *in situ*, pero también establecer viveros de las especies involucradas con fines de reforestación, además de realizar vedas de corte en sitios específicos. Por otra parte, además de establecer o buscar mercados alternativos donde puedan obtenerse ingresos tangibles para los productores, es fundamental la tarea de educar a los consumidores, fomentando la apreciación de los mezcales artesanales, hechos de forma tradicional, creando así una red de consumidores responsables. Solo así se logrará garantizar la permanencia del papalometl, de las comunidades vegetales en donde se encuentra, así como de la tradición mezcalera local, a la par que se mejoren las condiciones de vida de las familias involucradas en la producción, se amplíe el número de familias beneficiadas, así como el nivel de bienestar social y que pueda subsistir finalmente, el producto, la preciada bebida que es el mezcal.

## ABSTRACT

This study was conducted in San Luis Atolotitlán, Puebla in order to analyze the process of extraction, traditional use and management of *Agave potatorum*, and the process of mescal production and commercialization. The study identified the economic importance of *A. potatorum* as food, medicine, fodder, and material for construction and the risks under the present use patterns. The spatial availability of this plant resource was evaluated, and the balance between the availability and extraction was estimated.

The mescal production benefits nearly 30% of the local households of the ejido, with a tradition of at least 90 years old. The process includes: 1. selection and extraction of agave stems, 2. baking or cooking of stems, 3. grounding, 4. fermentation, of agave materials and 5. distillation. The production is mainly artisanal and the commercialization occurs mainly at local level. Three kinds of mescal are produced: mescal 100% of *A. potatorum*, mescal 100% of *A. marmorata* and a mixture of these two species. One liter of mescal is produced in average with two agave stems. Annually, a total of 11,975 stems are needed for the whole mescal production of the village, whereas the total amount of *A. potatorum* extractable plants is estimated to be 7,296 within the territory of the village. Between 4,000 and 6,400 individuals (54% to 87% of the total) are extracted, which means a deficit of between 5,575 and 7,975 individual plants per year. Such deficit is covered by buying plants in neighboring villages. The potential distribution of *Agave potatorum* is about 608 hectares, including eight types of vegetation: candelillar of *Euphorbia antisyphilitica*, shrublands of *Dasyllirion serratifolium*, shrublands *Gochmatia-Dasyllirion*, cardonal of *Mitrocereus fulviceps*, matorral rosetófilo, chichipera, chaparral-matorral rosetófilo, izotal of *Beaucarnea purpusii*. The vegetation type in which *A. potatorum* is more abundant is the candelillar of *Euphorbia antisyphilitica*, where we found densities of 53 reproductive individuals per hectare, contrasting, the shrublands of *Gochmatia-Dasyllirion* presented no reproductive individuals. There are not community rules regulating the use of *Agave potatorum* within the village. The extraction of stems takes place only in wild populations, and even when the production of mescal is a non-sustainable activity, it will persist until the resource finishes. The accelerated extraction rate and the low availability of *A. potatorum* found in the territory of the village allow predicting that the activity of mescal production based on this species of agave will last no more than a decade unless the present pattern of extraction changes with sustainable bases.

## 1.2. Hipótesis

*Agave potatorum* se utiliza de diversas maneras (alimento, leña, cerca viva, mezcal), desempeñando un papel complementario a los recursos agrícolas y pecuarios en la economía campesina, y en este contexto, la extracción para su uso doméstico es de baja intensidad y representa un factor de bajo riesgo para el mantenimiento de las poblaciones locales de esta especie. Sin embargo, cuando la extracción se lleva a cabo para la elaboración de mezcal con fines de comercialización, el impacto a las poblaciones es sustancialmente mayor. Esto es así, porque en este contexto la extracción es más intensa y los agaves se extraen en la fase previa al estado reproductivo y sin dejar individuos que realicen la reproducción sexual. En tales circunstancias la extracción determinará que las poblaciones locales más utilizadas hayan desaparecido o estén en proceso de desaparecer y que, por lo tanto, las poblaciones aún existentes tengan una distribución fragmentada, con poblaciones aisladas unas de otras y bajo extinciones locales, poniendo en riesgo la disponibilidad futura del recurso. Podemos decir entonces que en un escenario como el anterior la extracción de *A. potatorum* para elaborar mezcal es una actividad no sustentable.

No obstante tal panorama, la producción y comercialización de mezcal en San Luis Atolotitlán determinan hoy en día ingresos monetarios que suponemos son sustanciales en la economía de los sectores involucrados (colectores de agave, productores de mezcal, peones, comerciantes) en su producción. Y este es el factor que determina que ésta persista. El ritmo de extracción y la disponibilidad actual de *Agave potatorum* permiten prever que de continuarse con el actual patrón de aprovechamiento, la actividad mezcalera difícilmente se mantendrá en el corto plazo.

### 1.3. Objetivos

#### Objetivo general

Documentar los procesos de extracción, usos y manejo tradicional de *Agave potatorum*, en el proceso de producción de mezcal, su importancia económica y disponibilidad espacial en la comunidad de San Luis Atlotitlán, con el fin de analizar el estado de riesgo de este recurso y sus causas en los patrones actuales de aprovechamiento.

#### Objetivos específicos

1. Documentar los diferentes usos, conocimiento tradicional, valor cultural y económico de *Agave potatorum* y del mezcal que se produce con éste en San Luis Atlotitlán, Puebla.
2. Documentar los procesos de extracción de *Agave potatorum*, así como la producción, comercialización y consumo local de mezcal.
3. Determinar la disponibilidad espacial de este recurso en territorio de la comunidad y analizar el balance entre la cantidad disponible y la que se extrae anualmente.
4. Analizar el actual estado de riesgo para las poblaciones de *Agave potatorum*, las causas socio-económicas y culturales que lo determinan y posibles perspectivas para su manejo y conservación.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. El Valle de Tehuacán-Cuicatlán

El sitio de estudio pertenece a la provincia florística denominada por Rzedowski (1978) como Valle de Tehuacán-Cuicatlán, la cual forma parte de la región xerofítica mexicana. Comprende una porción de la parte sur del estado de Puebla y del noroeste del estado de Oaxaca, entre 17° 39' y 18° 53' de latitud norte y 95° 55' y 97° 44' de longitud oeste (Figura 1). Tiene una superficie de 10,000 km<sup>2</sup>, dentro de la cual se encuentra la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, con un área de aproximadamente 4,300 km<sup>2</sup>. Se delimita por el macizo montañoso con dirección suroeste-noreste que se encuentra entre la Sierra Mixteca, al oeste de la Sierra de Zongolica y al este de la Sierra de Juárez (Dávila *et al.*, 2002).

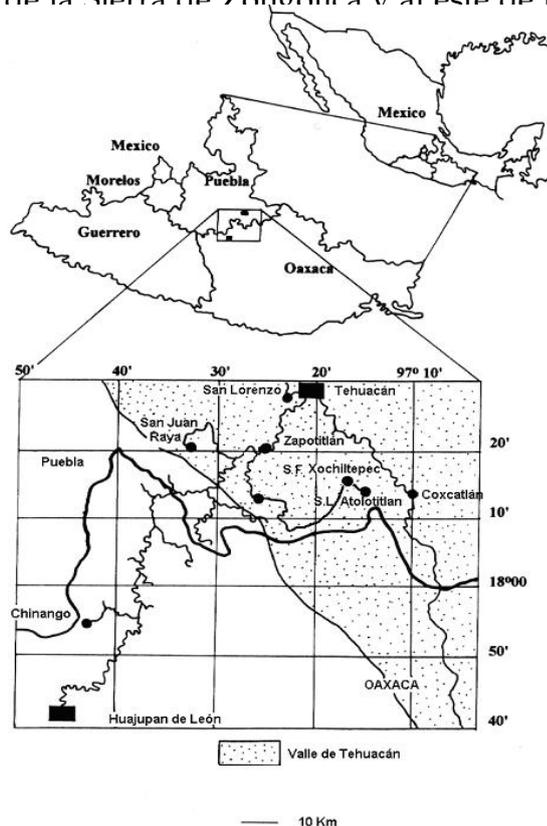


Figura 1. Localización de San Luis Atolotitlán, Puebla, dentro de la Reserva de la Biósfera Tehuacán - Cuicatlán.

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán incluye una amplia variedad de ambientes, los cuales se reflejan en 29 tipos de asociaciones vegetales descritas por Valiente-Banuet *et al.* (2000). Antes del presente estudio, Valiente-Banuet *et al.* (2000) registraron *Agave potatorum* en cinco de tales asociaciones: en el cardonal de *Mitrocereus fulviceps*, en el izotal de *Yucca periculosa*, en el matorral rosetófilo de *Dasyllirion serratifolium* y *Agave* spp., en el candelillar de *Euphorbia antisiphilitica* y en el matorral de *Echinocactus plathyacanthus*. Por su parte, en San Luis Atolotitlán Torres (2004) registró su presencia en el matorral rosetófilo de *Dasyllirion serratifolium* y en el cardonal de *Mitrocereus fulviceps*. Pérez-Negrón (2002) en su estudio etnobotánico en Santiago Quiotepec, Oaxaca, lo registró en el cardonal de *Pachycereus weberi* y en la tetechera de *Neobuxbaumia tetetzo*. Rangel y Lemus, (2002) lo encontraron en el bosque de *Quercus peduncularis*, así como en el bosque de *Juniperus flaccida*, en el izotal de *Beaucarnea gracilis*, así como en el mexical, dentro del territorio de Santa María Ixcatlán, Oaxaca. Echeverría (2003) lo registró en el cardonal de *Cephalocereus columna-trajani* y en el bosque de *Quercus* sp. en San Pedro Nodón, Oaxaca, mientras que Solís (2006) reportó su presencia en San Lorenzo Pápalo, Oaxaca, en el bosque tropical caducifolio. La información de registros de *A. potatorum* en la región estudiada se muestra en la Tabla 1.

## **2.2. San Luis Atolotitlán**

Esta comunidad se encuentra ubicada en la porción media de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán (Figura 1), al sureste del estado de Puebla, a 18° 11' de latitud norte y a 97° 25' de longitud oeste, con una altitud media de 1900 msnm (INEGI, 2000). La cabecera municipal es la vecina comunidad de Caltepec y tiene aproximadamente 11,800 hectáreas de superficie.

## **2.3. Clima**

De acuerdo con García (1981) el clima de la estación más cercana, que es la cabecera municipal de Caltepec, corresponde a (A) C (w''o) (x')b (i')g, el cual se caracteriza por ser semi-cálido, con promedio anual de temperatura superior a

los 18°C y tendencias hacia condiciones de clima tropical; cuenta con una estación seca en invierno y lluvias en verano, con una precipitación anual de 655mm.

**Tabla 1. Registros de *Agave potatorum* en estudios etnobotánicos del Valle de Tehuacán, Cuicatlán.**

Localidad	Vegetación	Altitud	Densidad Ind./ha	Referencia
San Luis Atolotitlán, Pue.	<b>Matorral</b> rosetófilo <i>Dasyilirion serratifolium</i>	de 2,300	1,340	<b>Torres, 2004</b>
	<b>Cardonal-</b> <i>Mitrocereus fulviceps</i>	1,981	220	
Santiago Quitepec, Oax.	<b>Tetechera-</b> <i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	647-692	170	<b>Pérez- Negrón, 2002</b>
	<b>Cardonal-</b> <i>Pachycereus weberi</i>	626-683	30	
Santa María Ixcatlán, Oax.	<b>Bosque -</b> <i>Quercus peduncularis</i>	2,120-2,200	53	<b>Rangel y Lemus, 2002</b>
	<b>Bosque-</b> <i>Juniperus fláccida</i>	2,064-2,026	330	
	<b>Mexical</b>	2,027	220	
	<b>Izotal</b> de <i>Beaucarnea gracilis</i>	1,880-1,920	370	
San Pedro Nodón, Oax.	<b>Cardonal-</b> <i>Cephalocereus columna-trajani</i>	1,513-1,433	/	<b>Echeverría, 2003</b>
	<b>Bosque-</b> <i>Quercus</i> sp.	1,848-2,081	60	
San Lorenzo Pápalo, Oax.	<b>Selva Baja</b>	1,500	/	<b>Solís, 2006</b>

## **2.4. Vegetación**

Con base en la caracterización de los tipos de vegetación y asociaciones vegetales regionales realizada por Valiente-Banuet *et al.* (2000) y de acuerdo con el estudio de Torres (2004), dentro del territorio ejidal de la comunidad de San Luis Atolotitlán, es posible distinguir siete tipos de asociaciones vegetales naturales, siendo éstas el izotal de *Beaucarnea purpusii*, la chichipera de *Polaskia chichipe*, el chaparral de *Dasyllirion serratifolium*, el bosque de *Quercus obtusata*, *Brahea nitida* y *Beaucarnea purpusii*, el palmar de *Brahea nitida*, el matorral espinoso con *Dioon caputoi* y el cardonal de *Mitrocereus fulviceps*.

## **2.5. Aspectos históricos**

De acuerdo con testimonios de habitantes de la comunidad, en 1880 en el territorio de lo que actualmente es San Luis Atolotitlán se encontraba la Hacienda de San Luis Tultitlanapa, perteneciente a la familia de hacendados españoles Díaz Ceballos. Posteriormente, la actual comunidad de San Luis Atolotitlán se formó a partir de peones que acudieron a trabajar a la hacienda en el siglo XIX. Se trataba de campesinos indígenas de ascendencia náhuatl, cuya procedencia no está clara. Las primeras familias que poblaron estas tierras fueron las familias Negrellos, Escobar, Rodríguez, Ginés y García. El hacendado que se adjudicó las tierras otorgó a las familias antes mencionadas 121 hectáreas para que las trabajaran.

En 1911, a raíz de la revolución Mexicana, los peones se rebelaron contra los hacendados y quemaron la hacienda junto con todos los recursos que ahí se producían (trigo, maíz y ganado). En 1915 los campesinos construyeron la Presidencia Auxiliar y la iglesia. En 1916 y teniendo una mejor organización, la comunidad constituyó el llamado grupo de los 21, liderados por Ángel Remigio Ginés, quienes gestionaron ante el gobernador de Puebla una dotación de tierras de mayor superficie, pues el hacendado de San Luis Tultitlanapa había reducido el pueblo a una extensión insignificante, que no contaban con terrenos de cultivo y se veían obligados a emigrar y trabajar como peones. El 17 de septiembre de 1917 el representante del grupo de los 21 se presentó ante el

gobernador de Puebla para reclamar, con éxito, la propiedad de la tierra. De acuerdo con los documentos agrarios de la Presidencia de San Luis Atolotitlán, para 1923 la comunidad tenía 409 habitantes y 125 jefes de familia. El 12 de marzo de 1925 les fueron otorgadas 2,375 hectáreas que fueron tomadas de la hacienda. Para 1926, nueve años después de haber abandonado la hacienda con motivo de la revolución, ésta tenía un valor de \$11,000 pesos. Después de haber sido repartido el territorio de la hacienda entre San Francisco Xochiltepec, San Luis Atolotitlán y San Juan Atzingo, la hacienda tenía un valor de \$3,910.50 pesos. Finalmente, el 14 de agosto de 1927 el Gobernador de Puebla Celso Hernández hizo entrega de la posesión definitiva de las tierras a los ejidatarios de San Luis Atolotitlán. Actualmente el ejido consta de 11,800 hectáreas y está en proceso de regularización de la tierra con el fin de privatizar la propiedad de la tierra (Torres, 2004).

## **2.6. Aspectos socio-económicos**

De acuerdo con el censo de población del año 2000 (INEGI, 2000), la población de San Luis Atolotitlán era de 1,031 habitantes conformando aproximadamente 200 unidades domésticas. La mayoría de los pobladores son campesinos. Siembran maíz, frijol y calabaza, predominantemente en agricultura de temporal y también recolectan recursos vegetales silvestres. Además, las mujeres elaboran artículos de palma (*Brahea dulcis*) y se produce mezcal en 15 unidades de producción o palenques. Es también común la cría extensiva y de ganado de libre pastoreo. Una pequeña parte de los habitantes se dedica a otras actividades, como el comercio y la construcción. Asimismo, un grupo de habitantes ha emigrado a Estados Unidos para emplearse en diversos trabajos. También migran a Tehuacán para trabajar de mano de obra en las maquiladoras textiles, a Zapotitlán de las Salinas como mano de obra en la extracción de ónix y un grupo aún más reducido se ha encaminado año con año a la cosecha de la uva al estado de Sonora. Además, algunas personas han ido a trabajar en la zafra de caña de azúcar en Michoacán. Estos trabajos, aunque son mal pagados,

representan (además de las remesas) las principales entradas de dinero a la comunidad.

## 2.7. Descripción de la especie *Agave potatorum* Zucc.



**Figura 2.** *Agave potatorum* comenzando su etapa de reproducción, estado localmente llamado “velilla”.

Familia Agavaceae, grupo Hemiflorae (Gentry, 1982).

La familia Agavaceae se distribuye en el continente americano, desde Canadá hasta Perú, Bolivia y Paraguay, incluyendo las islas del Caribe. El género *Agave* fue descrito inicialmente por Linneo en 1753. A pesar de su amplia distribución, de las 200 especies del género *Agave* actualmente el 75% (150 especies y por lo menos 186 taxa) son endémicas de México, por lo que se considera que nuestro país es el centro de origen de los agaves (Gentry, 1982).

*Agave potatorum* es una especie que forma rosetas pequeñas, de compactas a ampliamente esparcidas. Puede presentar de 50 a 80 hojas glaucoverdosas en promedio, ovadas a levemente lanceoladas, planas, con márgenes

ondulados a profundamente crenados. La inflorescencia paniculada mide de uno a seis metros de altura. Las flores amarillas (frecuentemente verduzco a rojizo en los botones) forman “sombriillas” pequeñas y compactas. Presenta un ovario ínfero trilocular (Estrella, 2007). Es un organismo monocárpico, al parecer no presenta reproducción vegetativa (sin embargo en este estudio se observaron en el campo individuos que presentan “hijuelos” o “melcuates”, al parecer principalmente aquellos que fueron afectados por herbivoría o sometidos a otros tipos de estrés). Florece entre los meses de septiembre a mediados de octubre, de acuerdo con Estrella (2008) o hasta diciembre, según registros de Gentry (1982). Presenta flores perfectas y protandria (Proctor *et al.*, 1996), estrategia reproductiva en la que el polen es liberado antes de que los estigmas estén listos para la polinización, lo que limita la autofecundación, favorece la fecundación cruzada con otros individuos y con ello el aumento de la variabilidad genética. Las flores de *A. potatorum* son visitadas por animales diurnos y nocturnos durante los seis días que dura la antéesis (Estrella, 2008). Los visitantes florales incluyen colibríes, calandrias, otras aves granívoras y murciélagos, así como insectos como abejas (*Apis mellifera* y *Bombus* sp.), esfíngidos y tábanos (Estrella, 2008). Al parecer los principales polinizadores de este agave son los murciélagos *Leptonycteris* spp, los cuales por su forma de cuerpo llevan la mayor cantidad de polen de una flor a otra y probablemente, aunque con menor eficacia, los esfíngidos también podrían ser polinizadores (Estrella, 2008). El fruto es trilocular, ovoide a oblongo, de entre 4 y 5.5 cm x 2cm, semillas de 6 - 7 mm x 5 - 6 mm, lacrimiformes negras y brillantes (Gentry, 1982). Un agave puede contener en promedio 33 cápsulas (frutos) con 301 semillas en promedio por fruto, de las cuales unas 146 son viables (Torres, 2008). En total un individuo puede tener 5,781 semillas viables en promedio (Torres, 2008). Sin embargo, aunque la planta produzca tan numerosas semillas, son pocas las que llegan a germinar y muchas menos las que alcanzan a desarrollarse y crecer (Rangel-Landa, 2008). Además, las semillas también sufren forrajeo de diversos animales, principalmente por larvas de mariposas y una vez en el suelo por hormigas y otros animales del campo. Las semillas son

dispersadas por el viento, ya que éstas son muy ligeras, y algunas caerán en lugares no aptos para su germinación como rocas y otras tantas morirán por la sequía (condiciones extremas de radiación, temperatura y poca humedad).

De acuerdo con Gentry (1982), el rango de distribución de *Agave potatorum* se limita a hábitats semiáridos de Puebla y Oaxaca, creciendo principalmente en suelos calizos, entre los 1240 y los 2300 msnm, aunque Pérez-Negrón (2002) registró esta especie en altitudes de entre 626 y 692 metros en Santiago Quiotepec, Oaxaca.

Nunca fue especificado o descrito un ejemplar tipo para esta especie (Gentry, 1982). Por su naturaleza polimórfica se trata de una especie taxonómicamente problemática (Eguiarte *et al.*, 2001). En el área de estudio, las observaciones de campo y las investigaciones de Torres (2008) y Rangel-Landa (2008), indican que esta especie presenta diferencias fenotípicas marcadas, en cuanto al tipo de crecimiento, la forma de las hojas, así como la talla de los individuos que están en etapa reproductiva y las densidades que presentan. Es notoria la diferenciación de dos grandes fenotipos, los cuales se encuentran creciendo en distintas unidades ambientales. En el matorral rosetófilo de *Dasyllirion serratifolium* los individuos presentan tallas pequeñas ( $\pm 40$  cm de diámetro entre los individuos reproductores), tienen el tallo desarrollado, las hojas cortas y anchas, múltiples hojas secas sacrificadas por la planta para desarrollar nuevo crecimiento, en respuesta a las condiciones estresantes encontradas en este matorral, así como a los suelos poco profundos y la escasez de cobertura vegetal. En este ambiente el nodricismo sólo es posible bajo especies de tallas pequeñas. Las plantas presentes en esta asociación crecen formando agrupaciones de distintas especies a manera de pequeñas islas de vegetación. Al parecer estas agrupaciones les proporcionan ventajas a estas especies, retienen el suelo, el cual en esta unidad ambiental es muy pobre y está sujeto a una erosión eólica e hídrica relativamente fuertes, además de representar una ventaja en cuanto a germinación y establecimiento de estas especies (Torres, 2008).

En contraste, en el candelillar de *Euphorbia antisiphilitica*, el fenotipo de *A. potatorum* es de talla mayor (> 40 cm de diámetro), las hojas son más delgadas y largas, y retienen el agua en sus hojas por mucho más tiempo. No tienen la necesidad de sacrificar sus hojas para retener la humedad, por encontrarse bajo la relativa sombra que les otorgan diversos arbustos de tallas y copas más grandes que ayudan a mantener temperaturas menores a nivel del suelo, en contraste con la otra unidad ambiental mencionada arriba. Las especies presentes en esta unidad ambiental tienen una cobertura cerrada entre ellas, los suelos tienen más profundidad y es evidente la acumulación de materia orgánica que enriquece los suelos. Esta población de *A. potatorum* se encuentra, aparentemente, en un ambiente menos estresante comparado con la población del matorral rosetófilo de *Dasyilirion serratifolium*. Esto se debe, al parecer, a que debajo de los arbustos de este sitio existen condiciones micro climáticas, en cantidad de nutrientes y humedad que propician un mejor crecimiento de este agave, en comparación con el matorral rosetófilo (Rangel-Landa 2008; Torres, 2008).

Asociado a lo anterior, los mezcaleros de la zona reconocen que los dos grandes fenotipos presentan distintas calidades y rendimiento por unidad de masa del papalometl en la producción de mezcal. Los agaves con mayor rendimiento son los del fenotipo característico del matorral rosetófilo de *Dasyilirion serratifolium* (Torres, 2008), especialmente del paraje llamado “El Machiche”.

## **2.8. Caracterización de las formas de uso, manejo y consumo del recurso**

Con la finalidad de obtener información sobre las características del aprovechamiento del recurso, se llevaron a cabo entrevistas semi-estructuradas (Martin, 1995) a 30 unidades domésticas seleccionadas al azar. Con estas entrevistas se exploraron las formas tradicionales de uso y manejo de *Agave potatorum*, así como su valor cultural y económico. Se incluyeron preguntas sobre nombres tradicionales, las variedades que distinguen, el manejo regional,

conocimientos tradicionales sobre la biología del agave, el periodo de producción de flores, los animales que interactúan con la especie estudiada y la percepción que tiene la población sobre el estado actual del recurso analizado. Asimismo, se incluyeron preguntas sobre el consumo de mezcal, quién lo consume, cada cuándo, qué cantidad consumen, dónde se compra y a qué precio (véase Anexo I).

## **2.9. Producción y comercialización de mezcal**

Los aspectos de producción y comercialización del mezcal se estudiaron con 13 de los 15 productores que en total se identificaron en el ejido de San Luis Atolotitlán. Para obtener información sobre estos procesos se efectuaron entrevistas. El cuestionario empleado incluyó preguntas sobre cómo y dónde se cortan o compran los tallos de agave, llamados localmente “cabezas” o “piñas”. Se preguntó también sobre la cantidad de “cabezas” requeridas para un “saque” o evento de producción de mezcal; la cantidad y el tamaño de los ejemplares cosechados por día y por mes para hacer una aproximación de la cantidad de agaves extraída al año y la frecuencia de dicha extracción. Además se incluyeron preguntas sobre el lugar de donde provienen otros insumos utilizados en la producción (como son la leña, tierra y agua), así como la fuerza de trabajo requerida (véase Anexo II).

La comercialización del mezcal producido en San Luis Atolotitlán sigue vías diversas, por lo que fueron de gran ayuda encuestas que se efectuaron a productores y consumidores para identificar el patrón de venta y consumo, y algunas de las vías de comercialización

Por otra parte, y con la finalidad de entender mejor las redes locales de comercio de mezcal y si éste representa un ingreso importante para los comerciantes, se realizó una encuesta a los propietarios de 10 establecimientos comerciales de la comunidad en las que se vende mezcal. Las preguntas abordaron temas como precio por litro, cantidad de litros vendidos por semana y mes, la mejor temporada de ventas, productor de mezcal que produce el mezcal más sabroso, entre otros.

## **2.10. Extracción**

La extracción de *Agave potatorum* se evaluó mediante entrevistas a los productores de mezcal, las cuales estuvieron dirigidas a estimar la tasa de extracción a la cual está siendo sometido actualmente el recurso.

Adicionalmente, con la finalidad de documentar el proceso de extracción *in situ*, se acompañó a colectores de agave en dos ocasiones en sus salidas al campo, a los sitios en donde se extraen actualmente los agaves. Se documentó el proceso de extracción en una ocasión, con una videocámara y se tomaron medidas de los magueyes previamente a la extracción.

## **2.11. Distribución, abundancia y disponibilidad espacial**

Con la finalidad de evaluar la distribución, abundancia y disponibilidad espacial de *Agave potatorum* se efectuaron siete muestreos de área de 10 x 50 metros en sitios con matorral rosetófilo de *Dasylirion serratifolium*, candelillar de *Euphorbia antisiphilitica*, matorral de *Gochnatia hypoleuca* - *Dasylirion serratifolium* y cardonal de *Mitrocereus fulviceps*. Este tamaño de la unidad de muestreo se eligió por ser una medida empleada en el grupo de trabajo del laboratorio de Ecología y Evolución de Recursos Vegetales y otros grupos de investigación en la región que realizan estudios de vegetación en la zona. Mantener tamaños de muestreo similares permitirá hacer comparables los datos. En estos transectos se calculó la densidad de *Agave potatorum* en promedio por hectárea. Se escogieron estas unidades ambientales con base en la información registrada por Torres (2004) sobre la presencia de esta especie en tales tipos de vegetación. De acuerdo con información de la gente entrevistada y con base en observaciones de campo, estos tipos de vegetación son los mismos de aquellos sitios en los que cuales los extractores afirmaron que son aquellos en donde cortan el agave. En estos muestreos se contabilizaron los individuos en el estado justamente previo a la reproducción o en estado "velilla", para estimar la cantidad de individuos extraíbles en cada unidad ambiental.

Adicionalmente, y con el fin de ampliar el área representada en el estudio, se efectuaron muestreos mediante cuadrantes de 1,900 m<sup>2</sup> en forma de

cruz en el que cada rectángulo mide 100 x 10 metros, orientados con los puntos cardinales. Este tipo de muestreo se efectuó en 14 puntos.

Finalmente, se hicieron recorridos por el territorio del ejido generalmente en compañía de un mezcalero colector, para llevar a cabo un levantamiento de puntos geo-referenciados en donde se encuentran o se encontraron en el pasado los *Agave potatorum*. Los puntos se geo-referenciaron con un GPS 12XL, Garmin y los datos se capturaron en una base de datos construida en Excel, para después ser empleados en el programa de SIG de modelaje BIOCLIM (Houlder *et al.*, 2000), mediante el cual se construyó un perfil bioclimático para *Agave potatorum* en el área de estudio. Este perfil permite predecir patrones de distribución potencial de especies, y en este estudio se usó para generar un mapa de distribución potencial de *Agave potatorum*.

El programa BIOCLIM requiere para operar, además del grupo de puntos geo-referenciados, de un modelo digital de elevación del área de estudio para ubicar en éste los puntos geo-referenciados. Los datos fueron tomados en unidades UTM en campo y posteriormente se hizo una conversión de esta información a minutos y décimas mediante el "Coordinate converter" (Houlder *et al.*, 2000, disponible en línea para utilizar los datos en BIOCLIM). Con los datos transformados BIOCLIM construyó un perfil para cada punto, con base en 19 parámetros climáticos tomados de las estaciones climáticas de la región. Para los valores de algunos parámetros climáticos se dividió el año en periodos de tres meses.

Los parámetros bioclimáticos utilizados fueron:

1. Temperatura promedio anual (°C)
2. Oscilación diurna de la temperatura (°C) (periodo máximo-periodo mínimo)
3. Isothermalidad (°C), (Cociente entre parámetros 2 y 7)
4. Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación en %)
5. Temperatura máxima promedio del periodo más cálido
6. Temperatura mínima promedio del periodo más frío
7. Oscilación anual de la temperatura (°C) (Cociente entre parámetros 5 y 6)

8. Temperatura promedio del cuatrimestre más lluvioso (°C)
9. Temperatura promedio del cuatrimestre más seco (°C)
10. Temperatura promedio del cuatrimestre más cálido (°C)
11. Temperatura promedio del cuatrimestre más frío (°C)
12. Precipitación anual (mm)
13. Precipitación del periodo más lluvioso (mm)
14. Precipitación del periodo más seco (mm)
15. Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)
16. Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)
17. Precipitación del cuatrimestre más seco (mm)
18. Precipitación del cuatrimestre más cálido (mm)
19. Precipitación del cuarto más frío (mm)

Sin embargo, los resultados obtenidos mediante BIOCLIM sobreestiman considerablemente la cobertura de *Agave potatorum*. Para acotar los resultados y disminuir la sobreestimación, se usó el programa PATN (Belbin, 1994), el cual agrupa por similitudes los perfiles de los puntos geo-refenciados. Mediante este procedimiento se crearon siete grupos de puntos geo-refenciados y se corrieron por separado en BIOCLIM (Houlder *et al.*, 2000) para posteriormente crear un único mapa de distribución potencial de *Agave potatorum*. El mapa final se desplegó con la ayuda del programa Arcview GIS 3.2 (ESRI, 2000) y también con éste se calculó el área de distribución potencial de *Agave potatorum* en San Luis Atlotitlán.

Posteriormente se multiplicó el valor del área total estimada de *A. potatorum* por el número promedio de individuos de agave extraíbles calculados con base en los muestreos ecológicos y de esta forma se calculó la disponibilidad potencial del recurso. Los datos obtenidos, sin embargo, pueden estar sobre o sub estimados.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Formas de uso, manejo y consumo de *Agave potatorum* en San Luis Atlotitlán

La presencia de diferentes especies de agave en la cultura de los pobladores de San Luis Atlotitlán se hace evidente desde el momento en que se entra al solar de una vivienda campesina. Ahí se pueden observar escaleras hechas con escapos o quiotes de *Agave* sp. (“maguey de potrero”). También se pueden apreciar estos quiotes usados como vigas sobresaliendo del techo de la casa, así como plataformas hechas en los árboles con quiotes más pequeños de otras especies para resguardar el rastrojo. Igualmente evidentes son los “chicoles” o garrochas usadas para recolectar la fruta de los árboles. Los agaves conservan un lugar dentro de la economía campesina, y no sólo por representar un ingreso monetario, en el caso de los magueyes mezcaleros para los productores y vendedores locales de mezcal, sino porque constituyen recursos para la subsistencia en la vida cotidiana de las familias campesinas de esta y otras regiones del país. En sus viviendas, en la medicina tradicional, en la alimentación, como ingrediente indispensable en la preparación de bebidas, como parte de anécdotas, creencias y costumbres, los agaves se encuentran arraigados culturalmente en la comunidad estudiada. *Agave potatorum* no es la excepción y los diversos usos que se le dan actualmente son una muestra de ello. La Figura 3 muestra los nombres locales de cada parte del maguey, así como sus equivalentes botánicos.

A continuación se describen en orden de importancia los usos que le dan a este maguey los habitantes de la comunidad.

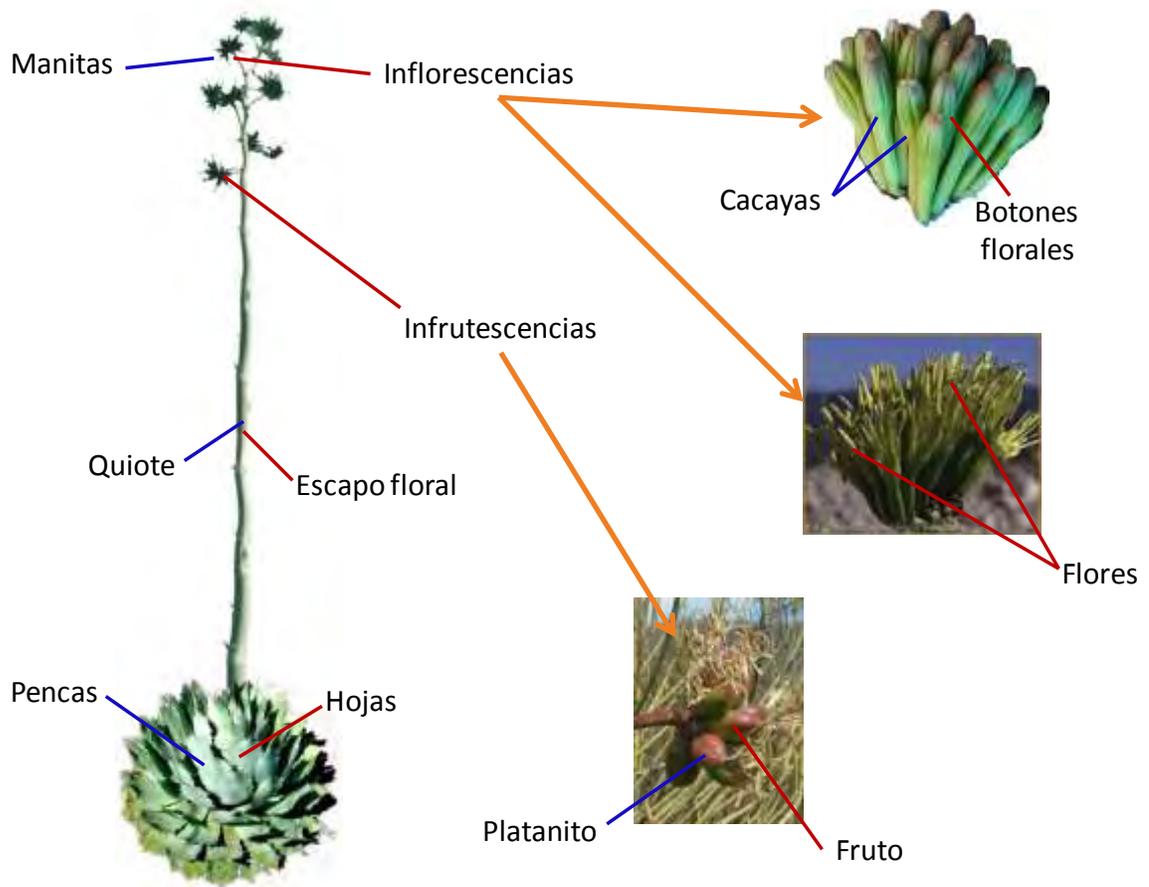
##### 3.1.1. Preparación de mezcal

La principal forma de uso del papalometl en la comunidad de San Luis Atlotitlán es como materia prima en la producción de mezcal. Con este fin se utiliza el tallo de las plantas justo antes de producir el escapo. Siendo el motivo principal de esta

investigación, la información sobre producción, consumo y manejo de mezcal se detalla en el siguiente capítulo.

- **Consumo de mezcal**

El consumo de mezcal en la comunidad de San Luis Atolotitlán se centra en los hombres jóvenes y adultos, siendo raras las mujeres que lo consumen, y principalmente en días festivos, o eventos sociales.



**Figura 3. Partes del maguey, según los pobladores de SLA y equivalente botánico (Foto-montaje del maguey Mizaél Sánchez; foto de inflorescencias Edgar Pérez-Negrón; foto de flores Abisaí García).**

### 3.1.2. *Agave potatorum* como alimento

En Mesoamérica el maguey ha formado parte de la dieta humana desde hace por lo menos 9,000 años, según la interpretación de Callen (1965) del análisis microscópicos de coprolitos encontrados en cuevas del Valle de Tehuacán. El análisis de los coprolitos reveló que la subsistencia de los grupos humanos que ahí habitaban estaba basada en un amplio espectro de plantas silvestres, entre las cuales se encontraba *Agave* sp. De acuerdo con Callen (1965) existe evidencia de que el tejido de agave consumido por la gente fue previamente asado. Es probable que el tallo o el escapo hayan sido consumidos de esta forma, como ocurre en la actualidad. Actualmente algunos de estos usos siguen vigentes en San Luis Atlotitlán, donde se emplean tres especies de agave como alimento, *Agave potatorum*, *A. peacockii* y *A. kerchovei*.

Algunos de los usos alimenticios de *Agave potatorum*, transmitidos de abuelas a hijas y nietas como en la actualidad, se han ido dejando de practicar paulatinamente en la comunidad y algunos otros están casi en el olvido. Las mujeres menores de 20 años poseen menor conocimiento que los hombres de su edad y que las mujeres adultas. Por ejemplo, el uso del papalometl para preparar masa para tortillas sólo fue mencionado por 30% de la gente encuestada. En el tiempo que siguió a la Revolución de 1910 - 1917, no había maíz suficiente para alimentarse, por lo que una práctica generalizada entre los pobladores locales fue el uso del tallo floral molido de *Agave potatorum* nixtamalizado y en ocasiones los botones revueltos con masa de maíz para hacer tortillas. Se trataba de una estrategia “para hacer rendir la masa”. No se logró registrar desde cuando se empezó a dejar de practicar esta actividad.

Las partes comestibles del agave son el escapo (quiote), las bases de las hojas o “pencas”, excluyendo la porción verde, así como los botones florales o “cacayas” y el escapo tierno o “andarrurro”, como lo llaman localmente. Cada una de las parte mencionadas es preparada o cocinada de diferente forma, variando también la frecuencia de consumo. Pero las cacayas son sin duda la parte comestible favorita.

- **Botones florales o “cacayas”**

Los botones florales son un recurso muypreciado. Cerca del 66% de las familias las consumen, por lo general una vez por temporada, en los meses de septiembre a diciembre, aunque en ocasiones la temporada se extiende hasta el mes de enero.

La manera más común de preparar las “cacayas” es hirviéndolas con sal y ajo, para guisarlas posteriormente con huevo, o con salsa. También se preparan asadas en comal con limón y sal, acompañadas por una salsa “macha” hecha de “chile costeño” asado.

- **Escapo o “andarrurro”**

El quiote tierno o “andarruro” es consumido ocasionalmente por 33% de la gente durante excursiones o jornadas de trabajo. Generalmente es preparado en el campo, asado directamente sobre el fuego. La capa exterior se quema por completo, pero el interior se cuece y suaviza, tomando un color oscuro y un sabor dulce. Este alimento, denominado localmente “cañita”, se mastica para extraer su jugo, escupiendo el bagazo. Esta parece ser la forma más probable de consumo de agave en la prehistoria, pues estos “escupitajos” forman parte de la evidencia arqueológica encontrada en varias cuevas del Valle de Tehuacán (MacNeish, 1967), que por las condiciones ambientales conservaron material biológico con una antigüedad de hasta 10,000 años. También en la cueva de Guilá Naquitz, Oaxaca, Flannery (1986) encontró escupitajos o restos de gabazo de agave mascado.

- **Bases foliares**

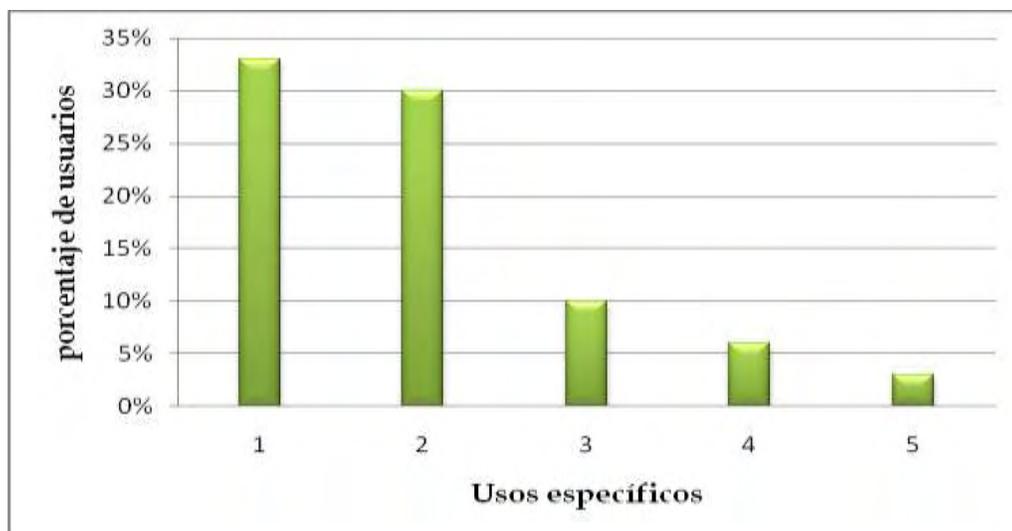
El consumo de las bases foliares o pencas es también ocasional, y aproximadamente 30% de la gente encuestada lo efectúa una vez al año, cuando lo hornean los mezcaleros y les obsequian un poco. La preparación de las pencas no se hace por separado, son los pedazos de penca que permanecieron en las “piñas” durante su cocción en el horno de pozo las que se consumen. La cocción de maguey en horno de pozo para ablandar el tejido y concentrar sus azúcares, es una práctica generalizada en el norte de

Mesoamérica (Gentry, 1998). En San Luis Atolotilán esta forma de comer las pencas es considerada como un postre o dulce; sin embargo, Flannery (1986) ha sugerido que el consumo de las pencas de agave tuvo un papel fundamental en la alimentación de los pueblos prehistóricos que habitaron Mesoamérica.

En San Luis Atolotilán el 10% de señoras preparan las pencas cocidas como conserva dulce, agregan un poco de piloncillo y hierbas aromáticas o canela. Esta práctica representa una manera de preservar este alimento durante tiempo prolongado para así poder consumirlo en distintos momentos del año.

### **3.1.3. Usos medicinales de *Agave potatorum***

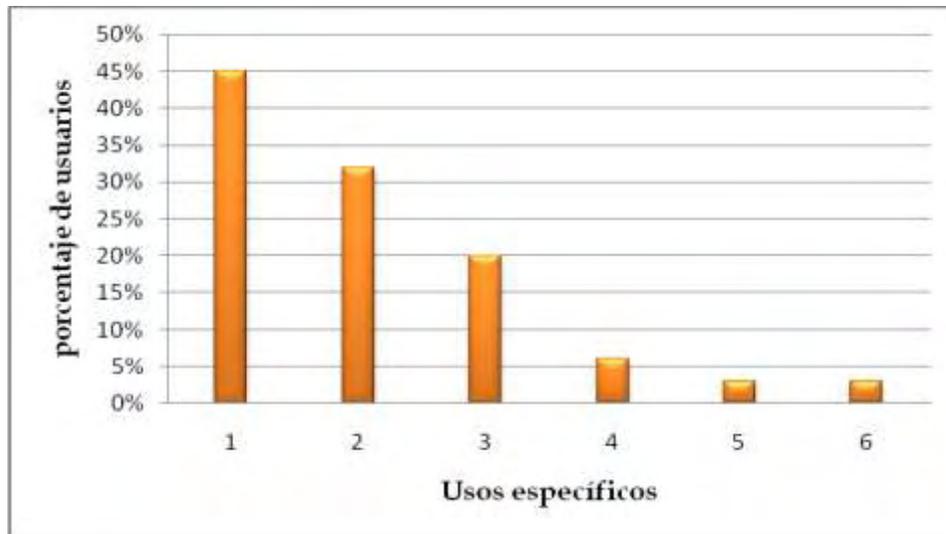
En San Luis Atolotilán existen aún algunas prácticas médicas tradicionales que siguen vigentes (Figura 4). Cerca del 33% de la gente entrevistada usa las hojas o pencas asadas para desinflamar heridas, o para disminuir el dolor por torceduras o luxaciones. La penca asada también se usa (30% de las personas entrevistadas) para padecimientos de los bronquios, para lo que se emplea la “carnita” de las hojas asadas preparadas a manera de infusión, y se toma una taza del preparado por las noches. También la “cachota”, o “mezcalli” es usado para afecciones bronquiales y tos, de acuerdo con el 10% de la gente entrevistada. Dos personas entrevistadas (6% de la muestra) mencionaron el empleo de hojas frescas para detener el sangrado en heridas profundas, cortando las pencas y poniéndolas directamente sobre la herida. Estas son consideradas prácticas terapéuticas de “campo”, y que se usan en caso de sufrir un accidente (torcedura o herida) en la jornada de trabajo y el remedio se encuentra ahí mismo. Una persona (3% de la muestra) mencionó que la penca asada se exprime y se mezcla con panela o piloncillo y el líquido es empleado como purgante para animales.



**Figura 4. Usos medicinales de *Agave potatorum* en San Luis Atolotitlán.** Usos específicos: 1. Torceduras y luxaciones, 2. Padecimientos bronquiales, 3. Tos 4. Para detener sangrado de heridas profundas, 5. Purgante para ganado.

### **Para todo mal mezcal...**

De boca en boca, el dicho “para todo mal mezcal” refleja el difundido empleo del mezcal para aliviar malestares (Figura 5). En la comunidad es común el empleo del mezcal bebido para aliviar el dolor de estómago (45% de familias encuestadas), como tónico para “abrir el apetito” (32% de las familias encuestadas) y frotado (friega) en las plantas de los pies con una rama de pirul (*Schinus molle*, árbol introducido, originario de Sudamérica) para bajar la fiebre y calentar los pies fríos (20% de la muestra). Dos personas entrevistadas (6%) dijeron preparar una tinción de mezcal con hojas de “valeriana” (especie no identificada), y usan esta tinción para curar la “cruda” (síndrome post-alcohólico), para disminuir la fiebre, para disminuir dolores internos y en friegas para pies cansados. Aproximadamente el 3% de la gente entrevistada usa el mezcal para hacer emplastos de plantas calientes, para aliviar dolores reumáticos o debidos a traumatismos. Un informante mencionó el uso de mezcal con limón y miel para aliviar la gripa, y otro dijo que bebe “tres copitas” de mezcal en menos de media hora cuando siente que le va a dar la gripa y así la “corta”.



**Figura 5. Usos medicinales del mezcal en San Luis Atolotitlán. Usos específicos:**

1. Para abrir el apetito, 2. Para aliviar dolor de estómago, 3. Para calentar pies fríos y bajar fiebre, 4. Tinción con “valeriana” para aliviar cruda, dolores internos, fiebre y pies cansados, 5. Para cortar gripa con limón y miel, o tres copas seguidas, 6. Emplastos para dolores reumáticos.

### 3.1.4. Material para construcción

En la comunidad de San Luis Atolotitlán está ocurriendo un reemplazo de los materiales de construcción tradicionales por materiales urbanos o modernos como tabicón, ladrillo, concreto y lámina. Sin embargo, especies vegetales silvestres que incluyen dos especies de palma (*Brahea nitida* y *Brahea dulcis*), quiotes e ixtle de dos especies de *Agave* (*A. salmiana* var. *ferox* y *A. kerchovei*, respectivamente), *Dodonaea viscosa* y *Juniperus flaccida* se siguen empleando en la construcción de la vivienda tradicional (Torres, 2004). Una vivienda tradicional esta construida en promedio, por 42 “quiotes” o escapos de *Agave salmiana*, empleados como vigas (Figura 6) y cinco kilos de cuerda de ixtle de *Agave* sp. Pero a pesar de los cambios en materiales se puede observar que la mayoría de las casas están constituidas con materiales naturales y estos se usan también en la renovación de las viviendas, en la fabricación de corrales y como

postes para instalaciones eléctricas (Figura 7). *Agave potatorum* es empleado por 16% de la gente encuestada, sólo como material para construir las cercas que rodean y protegen los huertos y jardineras en los solares.



Figura 6. Inflorescencias o quiotes de *Agave salmiana* var. *ferox* empleadas como vigas en la construcción de viviendas y en la construcción de cercas, como en esta imagen.



Figura 7. Corral (izquierda) y postes para instalaciones eléctricas (derecha) hechos con quiotes de *Agave salmiana* var. *ferox*.

### **3.1.5. *Agave potatorum* como forraje**

Cerca de 40% de las personas entrevistadas mencionaron que cuando está tierno el escapo o “andarruro” es consumido por el ganado vacuno, representando el principal uso forrajero de este maguey. El forrajeo de este y otros agaves se ha desarrollado recientemente y refleja la presión que ejercen las poblaciones humanas sobre los recursos vegetales disponibles (Gentry, 1982).

### **3.1.6. Otros usos**

*A. potatorum* también es empleado por señoras de la comunidad (cerca del 10% de la muestra), para hacer altares o “montecitos” dedicados a la Virgen de Guadalupe el 12 de diciembre, y al niño Dios el 24 de diciembre. Esta especie de agave (en conjunto con otras plantas, en especial de las familias Crassulaceae y Cactaceae) es extraída del monte y en la mayoría de los casos cuando pasa la celebración las plantas son desechadas. Algunas mujeres (10% aproximadamente), sin embargo, las conservan integrándolas en los hermosos jardines de sus solares.

Además, 3% de la gente usa el quiote de papalometl como palo para escoba y como garrocha (chicole) para bajar las frutas de las cactáceas columnares o cardones. Finalmente, se emplea para delimitar terrenos o terrazas, como se emplean otras especies de agave.

## IV. PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE MEZCAL

### 4.1. Producción de mezcal en San Luis Atolotitlán

El mezcal producido en San Luis Atolotitlán, hace tan sólo 40 o 50 años era perseguido por el ejército (el cual, después del decomiso consumía el mezcal en los cuarteles), al igual que en otras comunidades. Esta prohibición tiene una larga historia, que comienza en 1785, año en que la Corona española prohibió su producción y venta, principalmente por representar una fuerte competencia para los licores de uva del viejo continente. Una década después fue concedido el primer permiso para producir mezcal a José María Guadalupe Cuervo, para producir vino de mezcal de tequila, mientras que otros mezcales se mantuvieron clandestinos (Aguirre *et al.*, 2006) o surgieron recientemente. Relatan los maestros mezcaleros de mayor edad que con frecuencia se presentaban los militares, destruyendo los alambiques que encontraban y confiscando la bebida. Actualmente el mezcal ya no es perseguido, aunque la dificultad que presenta su comercialización fuera del ejido sigue siendo un pesado lastre.

El proceso de producción de mezcal fue introducido a San Luis Atolotitlán entre 1920 y 1930, por un mezcalero proveniente de Oaxaca, quien trajo el conocimiento e introdujo la tecnología del alambique. Este mezcalero instaló su palenque (nombre que se le da a la unidad de producción) en una loma en las cercanías del pueblo, a la que luego se llamó “agua el palenque”, por donde pasaba el agua, recurso indispensable para la producción de mezcal. En ese entonces y hasta la fecha, la ubicación de los palenques se limitó a lugares cercanos a este vital líquido. Este mezcalero inició una tradición de producción que ha pasado de abuelos a padres y nietos, y que se practica hasta el presente. En 11 unidades de producción, el conocimiento sobre cómo hacer mezcal ha sido transmitido por hombres, y sólo en una unidad de producción, la familia Ortega, fue la madre quien enseñó al esposo e hijos, y ella a su vez aprendió ayudando a su padre.

Se registró en San Luis Atolotitlán un total de quince unidades de producción de mezcal funcionando en la actualidad. De éstas, catorce realizan la actividad a pequeña escala, produciendo mezcal al principio y al final del año, justo en los meses que preceden la temporada agrícola y para los cuales la producción de mezcal es una actividad económica complementaria. El productor restante tiene una producción sustancialmente mayor durante todo el año, siendo ésta su actividad productiva principal. Además, mediante la encuesta a unidades domésticas de la comunidad se registraron a otras seis personas que fueron anteriormente productores de mezcal, pero que abandonaron la actividad porque no les parecía redituable la ganancia en comparación con el intenso trabajo que requiere.

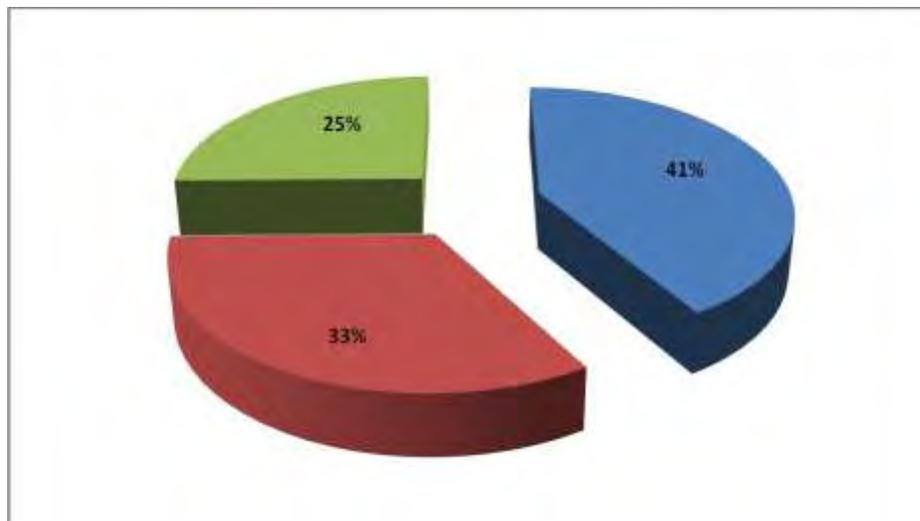
La producción de mezcal en la comunidad es una actividad familiar o de colaboración y compañerismo entre productores mezcaleros y peones, en la que se “echan la mano” unos a otros, incluso sin obtener ganancia (en especial en las unidades de pequeña producción), otra que el apoyo de sus vecinos mezcaleros y la eventual paga en especie.

El proceso y los materiales son muy similares en las unidades de producción, no obstante existen sutiles diferencias, en cuanto al tipo de maguey empleado, a la técnica de molienda y al recubrimiento del horno. Las diferencias más importantes se muestran en el Anexo III.

En cinco palenques se produce mezcal 100% de *Agave potatorum*, mientras que en tres, al no completar la “puesta” del horno con piñas o cabezas de esta especie, optan por completarla con otros agaves, principalmente *Agave marmorata* o “pitzometl” y el llamado maguey “cachetón” (*Agave* sp.). En cuatro palenques producen mezcal 100% de maguey papalometl cuando este agave está disponible, pero por lo general producen mezcal 100% de maguey pitzometl (Figura 8). También se registró un productor que usa ocasionalmente cabezas de *Agave salmiana* var. *ferox* o “maguey de puya” y otro que usa cabezas de *Agave macroacantha*.

Como se mencionó anteriormente, sólo un productor de los entrevistados lo es a mayor escala y la producción de mezcal es su actividad principal. Este productor

compra siempre todos los insumos para la producción de mezcal; la leña la compra en el ejido y los agaves los compra a dos ejidos vecinos, principalmente de Los Reyes Metzontla y San Francisco Xochiltepec, donde otros productores también compran agaves. Estas comunidades venden las cabezas de maguey porque ahí no producen mezcal y son a su vez, consumidoras del mezcal producido en San Luis Atolotitlán.



**Figura 8. Porcentaje de palenques que producen mezcal de tres tipos: 1) color azul, 100% *Agave potatorum* (41%); 2) color rojo: 100% *A. marmorata* o 100% *A. potatorum* (33%) y 3) color verde: mezcla de ambas especies (25%).**

#### **4.2. Descripción del proceso de producción de mezcal**

El proceso de producción de mezcal en San Luis Atolotitlán es artesanal, integrado básicamente por las siguientes fases: 1) selección y corte del agave, 2) horneado del maguey, 3) machacado o majado, 4) fermentación y 5) destilación (Figura 9). Algunos de los materiales tradicionales han sido reemplazados por materiales modernos, más costosos o que ofrecen mayor duración. Por ejemplo, los toneles de madera que se usaban antaño para la fermentación han sido sustituidos por tarjas de tabicón y cemento o bien por tambos de lámina o plástico. Aún con estas transformaciones, el

agave sigue procesándose de manera artesanal, paso a paso hasta obtener la preciada bebida. A continuación se describen las fases mencionadas.

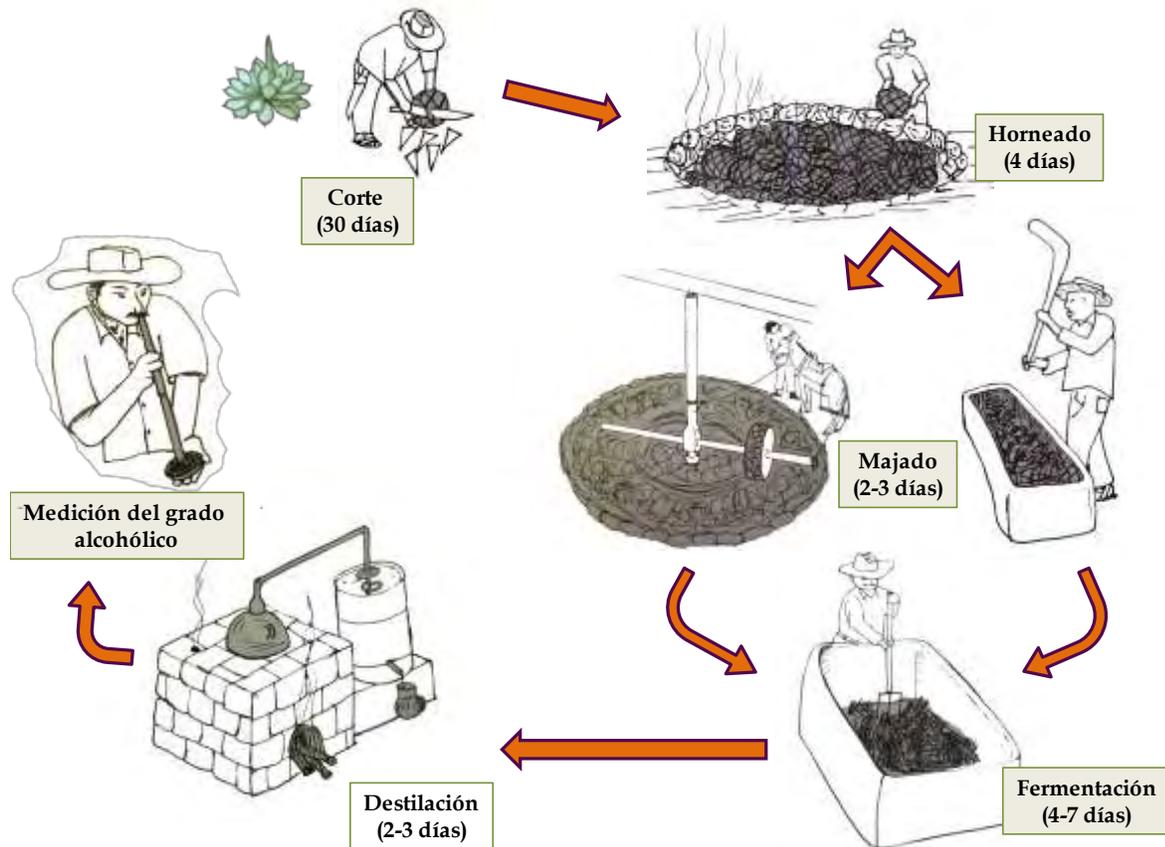


Figura 9. Diagrama del proceso de producción de mezcal en San Luis Atlotitlán.

#### 4.2.1. Extracción de *Agave potatorum* para producción de mezcal

Cuando los agaves silvestres llegan al estado adulto, justo antes de florecer, se cortan para que las reservas que la planta asignaría a florecer sean aprovechadas para la formación de azúcares. Esto ocurre entre los meses de septiembre y diciembre, extendiéndose la cosecha a los primeros meses del año. Los mezcaleros reconocen que maguay está maduro o “sazón”, listo para cortarse, cuando el cogollo o tallo se adelgaza, si se corta el cogollo éste debe tener un color oscuro.

Se registraron en la comunidad cuatro personas que se dedican a cortar papalometl para venderlo a los mezcaleros, aunque los principales extractores son los

mismos productores de mezcal. Estos colectores venden las piñas de maguey a un precio de 5 a 6 pesos, y las cantidades extraídas varían enormemente desde 20 a 200 cabezas por jornada de extracción. El 66% de los mezcaleros corta parte del maguey eventualmente, cuando tienen tiempo para ir a cortarlo o no tienen para comprarlo y sólo uno corta todo el maguey necesario para producir su mezcal; el 26% restante de los productores compra enteramente la materia prima. Las excursiones para cortar maguey *A. potatorum* se realizan cada semana, principalmente al cerro denominado “La Cumbre”, ubicado a unos 15 kilómetros al este del pueblo, a unas 3 o 4 horas caminando y transportan el maguey en burros (de 4 a 8). Los agaves también solían cortarse en el cerro “El Machiche”, situado al norte en las cercanías del pueblo; sin embargo desde hace dos años el comisariado ejidal ha prohibido el corte de papalometl en este paraje, donde las poblaciones del maguey están muy diezmadas debido a la sobre-explotación.

Son necesarios varios viajes para acumular las piñas requeridas para una carga o “postura”, cantidad que varía de un palenque a otro, siendo el promedio  $214 \pm 85.5$  agaves por postura. Esto toma un mes por lo general, sólo cuando se trata del papalometl, pues este es el único maguey que no se pudre después de días de cortado, siempre que se conserve en la sombra.

La técnica empleada para cortar los agaves consiste en cortar primero las pencas con un machete filoso (sobre todo en el caso de los agaves de gran tamaño), hasta dejar el tallo descubierto y entonces éste se corta con un hacha. Una vez cortado el individuo se procede a cortar las pencas restantes, para finalmente “rasurarlo” cortando las hojas lo más pegado al tallo que sea posible (Figura 10).



Figura 10. Arriba corte y “rasurado” de pencas del maguey “papalometl” (*A. potatorum*) con machete, Abajo corte final o “rasurado” de pencas del maguey de “puya” (*A. salmiana* var. *ferox*) con machete (Foto Edgar Pérez-Negrón).

#### 4.2.2. Horneado

El segundo paso es el horneado y consiste en la preparación del *mezcalli* mediante el cocimiento de las cabezas de maguey. La cocción tiene la función de romper las largas cadenas de carbohidratos, como la agavina (principal polisacárido presente en la planta), mediante hidrólisis en azúcares susceptibles de fermentarse (Pérez, 2005).

Las cantidades de maguey empleadas varían enormemente de una unidad de producción a otra, desde 60 hasta 300 cabezas. En promedio las unidades de producción estudiadas usan  $214 \pm 85.5$  agaves por postura, lo que arroja un total de  $983 \pm 625$

cabezas de maguey papalometl utilizadas en promedio anualmente por unidad de producción.

La cocción de las cabezas de agave se lleva a cabo en hornos de forma tronco-cónica, escarbados a manera de pozo en el suelo, con una base menor en lo profundo y mayor en la superficie, de entre dos y cinco metros de diámetro por 1.20 a 2.50 metros de profundidad. El 58% de las unidades de producción tienen hornos recubiertos por piedras de río (cantos rodados o roca volcánica) o por lajas (Figura 11), mientras que el resto cuecen los magueyes en hornos de tierra.



**Figura 11. Hornos de pozo: izquierda, sin recubrimiento de piedra, las piedras alrededor son las que se emplearán para cubrir la leña ardiente, se calentarán y cocerán el maguey. Derecha, horno recubierto de rocas.**

Una vez limpio el horno se procede a prender fuego. Primero se enciende la leña delgada (como por ejemplo el “calegual”, que es la leña de hojas secas de *Agave* sp., así como ramas de cactáceas y otras ramas delgadas) y una vez que ésta arde se coloca la leña gruesa, generalmente de pirul (*Schinus molle*). Asegurándose que la leña ha prendido se procede a cubrir la leña con piedras de río, por un periodo de cinco a siete horas aproximadamente, o hasta que las rocas estén al rojo vivo. Luego se procede a

cubrir las rocas calientes con una capa de gabazo de maguey húmedo, restante de una puesta anterior, a manera de cama, esto con la finalidad de proteger del calor a las piñas de maguey que se colocarán encima. Uno de los productores hace la cama con cabezas de puya (*Agave salmiana* var. *ferox*). Enseguida se procede a acomodar las piñas enteras dentro del horno (Figura 12). Una vez acomodadas se cubren con ramas y hojas de pirul (*Schinus molle*) y se tapa el “copete” con petates de palma (*Braea dulcis*), lo que ayuda a conservar el calor, al mismo tiempo que impide que los agaves se llenen de tierra. Posteriormente se cubren las piñas con tierra, con la mayor rapidez posible para evitar que “ardan”. Se palea la tierra hasta tapar por completo los agaves y que no escape calor o humo y formando un montículo o “montañita”. Tanto para esta fase como para la fase de molienda se contratan por lo general dos o tres peones, pues estas tareas son muy laboriosas y cansadas. Terminando de tapar el horno se le clava una cruz en la cima, se “bendice” la puesta, y se deja arder por cuatro o cinco días, al cabo de los cuales está listo el mexcalli y se procede a sacar las piñas para ser machacadas.



**Figura 12. Cabezas de maguey pitzomel al momento de acomodarlas en el horno, en la imagen por ocho personas.**

El combustible empleado es leña y cada vez es más escaso en el territorio del ejido. La cantidad de leña empleada varía enormemente de una unidad de producción a otra; sin embargo, en promedio se registraron  $15 \pm 5$  cargas de leña para el horneado y la destilación de entre 150 y 200 cabezas de agave,  $62 \pm 35$  cargas por unidad de producción al año. El peso de la carga de leña no se calculó, sin embargo éste es muy variable y depende del tipo de leña que sea empleada y es muy diferente al peso de las cargas de leña para uso domestico, de 60 kilos (Torres, 2004). Como se mencionó anteriormente, las cargas de leña están conformadas casi en su totalidad por grandes troncos de pirul (*Schinus molle*) de madera muy dura y pesada, por lo que una carga puede pesar hasta 300 kg. El resto de la carga puede estar conformada por calegual, o ramas de varias especies de cactáceas columnares presentes en el área, principalmente *Polaskia chichipe*, *P. chende*, *Myrtillocactus schenkii* e *Isolatocereus dumortieri*. Algunos productores mencionaron que antes usaban leña de *Quercus* sp., hasta que prácticamente se terminó y ahora usan el pirul. El consumo de leña y otros insumos, por unidad de producción se muestran en el anexo IV. En promedio, se consume un total de 168 cargas de leña anualmente.

#### **4.2.3. Machacado o majado**

Una vez cocidas, las cabezas se cortan en pedazos grandes con hacha y machete para proceder al majado o machacado de los trozos. En San Luis Atolotitlán se emplean dos tecnologías diferentes de molienda: la manual y la mecánica. La primera consiste de una gran palangana, localmente llamada canoa, hecha en un tronco de pirul (*Schinus molle*) y se van golpeando con unos grandes mazos hechos también de pirul, con forma de marro (Figura 13). Dentro de la canoa se colocan los pedazos de maguey que previamente fueron cortados en trozos utilizando para esto hacha o machete (Figura 14) alternándose entre dos personas o más, para golpear hasta que estén bien triturados (Figura 15). Esta técnica es empleada por 25% de las unidades de producción en el ejido. Para esta labor se requiere un gran esfuerzo, por lo que los mezcaleros contratan peones

por un par de días, o hasta terminar el majado, que por lo general se logra en menor tiempo que con la técnica mecánica, aunque ésta última requiera de menor esfuerzo.



**Figura 13. Canoa y mazos de pirul (*Schinus molle*) empleados en la molienda manual de las cabezas de maguey cocidas.**



**Figura 14. Corte en trozos de las cabezas de maguey cocido previo a la trituración, izquierda con hacha, derecha con machete.**



**Figura 15. Forma manual de majar el maguey entre dos y tres personas, en canoa hecha de tronco de pirul (*Schinus molle*) con la ayuda de mazos, también de pirul.**

Empleada por el 75% de las unidades de producción, la forma mecánica de machacar los agaves se lleva a cabo mediante un molino rústico llamado localmente “era” (algunos autores como Sánchez, 2005, lo llaman “molino chileno”) (Figura 16). Este molino está formado por un círculo de diámetro variable (de 4 a 5m aproximadamente) hecho en el suelo, delimitado y recubierto por rocas o lajas a manera de recipiente. En el centro del círculo se coloca una viga como eje vertical, a la que se une un eje horizontal (algunas veces se usa como eje un escapo de maguey de potrero (*Agave* sp.) que conforma un mecanismo giratorio al atravesar por su centro una gran rueda (de un metro o metro y medio de diámetro por 30 centímetros de ancho aproximadamente). Esta rueda, (hecha por los productores excavando un círculo de medida variable y vaciando ahí la mezcla de cemento con piedras) es accionada por un burro y tritura las piñas, que deben irse removiendo manualmente con la ayuda de una pala, para lograr que la pulpa se muele uniformemente (Figura 17). El majado de 200 a 400 agaves puede llevarse a cabo durante dos a tres días en promedio.



**Figura 16. Forma mecánica de triturar el maguey mediante una era o molino mecánico. Mecanismo giratorio que atraviesa por su centro una gran rueda hecha de cemento y piedras y que es accionada por un burro. Al tirar, la rueda tritura las piñas de maguey previamente cortado en trozos.**



**Figura 17. Remoción del maguey con azadón, para facilitar la majada, a la derecha se puede ver el maguey ya majado.**

#### **4.2.4. Fermentación**

La fermentación consiste en el desdoblamiento de los hidratos de carbono (azúcares) en alcohol por parte de microorganismos. En este proceso, una molécula de azúcar se desdobra en dos de alcohol, con desprendimiento de calor y bióxido de carbono. Las cepas de microorganismos pueden ser diferentes en cada lugar donde se produce mezcal, y las diferencias de las cepas son en parte determinantes de las particularidades de cada mezcal en cuanto a sabor y propiedades organolépticas (Sánchez, 2005).

En San Luis Atolotitlán la fermentación se lleva a cabo de forma natural, sin añadir ningún acelerador (como en Tlacolula, Oaxaca, donde se le añade corteza de “timbre”, *Acacia angustissima*; o en Matatlán, Tlacolula y Yautepec donde se acelera la fermentación añadiendo sulfato de amonio, de acuerdo con Sánchez, 2005).

Una vez machacado el agave se coloca en piletas hechas de cemento y tabicón, con una capacidad de aproximadamente 500 litros (Figura 18). En ocasiones cuando se procesa una gran cantidad de maguey y las piletas de cemento resultan insuficientes, se pone el bagazo restante en tambos de plástico o de metal con una capacidad de 200 litros. El maguey cocido y majado se deja reposar en seco dentro de las tarjas por un lapso de tres días, para permitir que comience la fermentación natural. Esta práctica constituye el equivalente al tratamiento que se le da al papalometl en el estado de Oaxaca, en donde los magueyes de *Agave potatorum* ya cocidos se dejan reposar un tiempo, pues los productores dicen que requiere un tratamiento especial por su alto contenido en azúcares (Sánchez, 2005). Una vez transcurrido este tiempo, cuando el bagazo está caliente, señal de que ha comenzado su fermentación, se le añade agua al ras, se tapa y se deja fermentar por más tiempo. El lapso de fermentación varía dependiendo de la temperatura ambiental, a mayor temperatura menor tiempo de fermentación requerido. En temporada de calor el fermentado puede estar listo en cuatro o cinco días, mientras que en época fría el tiempo de fermentación puede aumentar hasta siete o diez días. Los productores saben que el fermentado está listo para destilarse cuando deja de “burbujear” y por un “olor” característico que ellos reconocen. De esta forma, la fermentación natural permite que los microorganismos actúen libremente desdoblado los hidratos de carbono para convertirlos en compuestos como alcohol etílico, metílico y bióxido de carbono, entre otros (Sánchez, 2005).

- El agua

La calidad del agua es muy importante en la producción de mezcal. Debe emplearse agua de pozo o de manantial para prevenir contaminación y que los microorganismos efectúen la fermentación en forma adecuada. No se puede emplear agua entubada, ni clorada. Es por esto que históricamente los palenques han estado situados en las cercanías de manantiales y riachuelos de donde pudieran abastecerse de agua para la producción.



**Figura 18. Izquierda: gabazo recién triturado en pileta para fermentación hecha de mampostería enjarrada con cemento y barro. Derecha: gabazo seco en pileta para fermentación hecha de cemento y tabicón. Después de dejarlo reposar por tres días, como se observa aquí, se le agrega agua para que continúe la fermentación.**

La cantidad de agua empleada varía mucho de una unidad de producción a otra. En el caso de un palenque de pequeña producción, donde se fermenta en dos piletas de 500 litros cada una, se emplean alrededor de 600 litros para la fermentación y otros 200 para el tambo enfriador, al momento de la destilación. En promedio se emplean  $617 \pm 268$  litros de agua por postura, o evento de producción. Esto es, cada unidad de producción emplea al año  $3,018 \pm 2,039$  litros de agua. Por lo tanto, se usan por lo menos 36,216 litros de agua para la producción de mezcal al año. La información detallada de insumos empleados por unidad de producción se presenta en el anexo IV.

#### **4.2.5. Destilación**

La destilación consiste en condensar los vapores producidos por la evaporación. Al someter el tepache (líquido fermentado) al calor se evaporan los alcoholes y las

impurezas, separándose de los materiales sólidos, al condensarse éstos se obtiene el mezcal (Pérez, 2005).

El mezcalli molido y el tepache (Figura 19), son colocados dentro de uno o dos tambos de metal con capacidad de 200 litros cada uno, los que descansan en un fogón. El “tepache” es un cultivo de cepas locales de microorganismos encargados de la fermentación del agave y que le confieren calidad local al producto. El tambo está conectado al alambique, que es el instrumento donde se lleva a cabo la destilación. El alambique es una modificación del alambique árabe tipo “pera” (Ramírez de la Torre, 2004) en el que la “pera” ha sido sustituida por un tambo, que reposa sobre un fogón y donde se coloca el tepache. El alambique (o parte del aparato donde se destila el mezcal) consta de tres piezas: la montera, conectada a un tubo de cobre llamado “turbante” y este a su vez conectado a un tubo enroscado o “serpentín”, sumergido en un tambo con agua (Figura 20). Generalmente los pequeños espacios o grietas que quedan entre la montera y el tambo donde hierve el tepache al momento de ensamblarlos, se cubre con masa de maíz para tortillas (Figura 21).



**Figura 19. Maguey molido y fermentado, o “tepache”, listo para la destilación.**

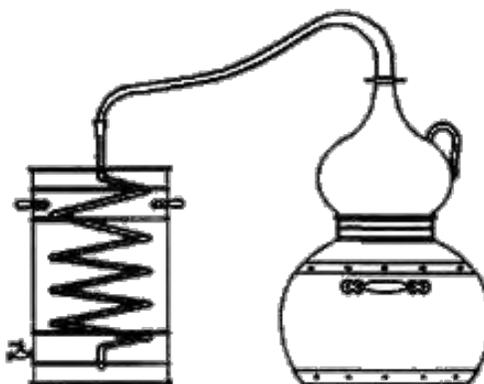


Figura 20. Arriba, alambique con montera de barro, conformado por: a) montera; b) turbante; y c) serpentín, dentro del tambo, vista imagen derecha. Abajo, esquema del alambique tipo “pera” (Ramírez de la Torre, 2004).

Cuando el tepache hierve dentro de la hornilla, el vapor colectado por la montera pasa por el turbante hacia el serpentín, donde se enfría y condensa para formar el mezcal. La montera en 67% de las unidades de producción es de barro (Figura 20), lo que de acuerdo con los productores imprime un mejor sabor al mezcal. Se registraron también tres alambiques con montera de cobre (Figura 22).

Las monteras de cobre son fabricadas por el Don Carmelo Ginés, el mayor productor de mezcal de la comunidad, quien las vende a los otros productores por encargo, a un precio de entre 2,000 y 3,000 pesos.



**Figura 21.** La masa para tortillas es empleada para sellar ranuras o grietas al momento de ensamblar la montera, parte del alambique que se acopla sobre el tambo donde se hierve el tepache y el turbante.



**Figura 22.** Alambique con montera de cobre.

Al primer producto de la destilación se le llama “holanda”. El mezcal de la región es bi-destilado, de manera que la Holanda se hierve y se destila de nueva cuenta, agregando en ocasiones más tepache. El primer producto destilado aprovechado se llama “mezcal de punta” y marca un grado de alcohol demasiado alto para ser consumido. Lo contrario sucede con el último líquido destilado llamado “cola”, por lo que la “punta” y la “cola” se mezclan todo para mediar el grado alcohólico el cual según los productores locales, debe ser de 21°. No obstante, las pruebas hechas con dos tipos de mezcal, uno de *A. potatorum* 100% y otro de *A. potatorum* mezclado con *A. marmorata*, indican que tienen una graduación alcohólica de 50.6 y 51% Alc. Vol., respectivamente (medición del porcentaje de alcohol cortesía de Cornelio Pérez). En la Figura 23 se muestran dos formas de filtrar el destilado para eliminar basuras y restos de cobre desprendidos al momento de destilar.



**Figura 23. Dos formas de filtrar el mezcal para eliminar basuras y restos de cobre, izquierda empleando una jícara y derecha empleando un carbón sobre un paño.**

- Medición del grado alcohólico

Aunque dos productores mencionaron el uso del “pesa-licor” (un densímetro) (Figura 25), la mayoría utilizan sólo su conocimiento empírico. Para medir el grado alcohólico del mezcal, se utilizan un carrizo (*Arundo donax*) a modo de pipeta, llamado “venencia” y un recipiente pequeño, vaso o huaje de *Crescentia alatta* (Figura 24). Se sorbe el mezcal con la venencia y luego se vierte en la jícara para observar el “perleado”; es decir, el

tamaño de la burbuja o perla que se forma al agitarlo y el tiempo que permanecen éstas en la superficie, lo que indica el grado alcohólico de la bebida. Mientras más grande la perla mayor es el grado alcohólico y viceversa. Sin embargo, además del tamaño de las burbujas, su forma, la forma en que se acomodan y el tiempo que permanecen en la superficie, pueden indicar otras cualidades del mezcal, como la cantidad de aceites que contiene, o el tipo de maguey que se usó en su elaboración o la región donde se produjo.



**Figura 24. Venencia o carrizo (*Arundo donax*) y huaje de *Crescentia alatta*, empleados para medir el grado alcohólico del mezcal en San Luis Atolotitlán, mediante el reconocimiento empírico del “perleado” (foto izquierda Rocío Díaz).**



**Figura 25. “Pesalícor” o alcoholómetro (foto autor anónimo) empleado para medir y regular la graduación alcohólica del mezcal, el cual se pone en un recipiente de carrizo y se introduce el pesalícor (foto América Delgado Lemus).**

#### **4.3. Producción anual, rendimiento y calidad del mezcal**

De acuerdo con las entrevistas a los productores, la producción total anual de mezcal en San Luis Atolotitlán oscila entre 3,510 y 4,340 litros por año. El rendimiento promedio es de un litro de mezcal por cada dos individuos de *Agave potatorum*, 0.27 cargas de leña y 2.4 litros de agua.

Existen varias calidades de mezcal dentro de las doce unidades productivas estudiadas, dependiendo de las especies de agave empleadas, de la limpieza con que se lleva a cabo todo el proceso de producción, así como del tipo de leña empleada. En ocasiones, cuando no han sido bien limpiadas las tarjas, o no se ha “rasurado” (deshojado) bien el maguey, o cuando se han mezclado diferentes especies de maguey, el mezcal producido tiene un sabor un tanto desagradable, sabor al que los mezcaleros llaman “repugnante”. Sin embargo, el mezcal joven producido en San Luis Atolotitlán

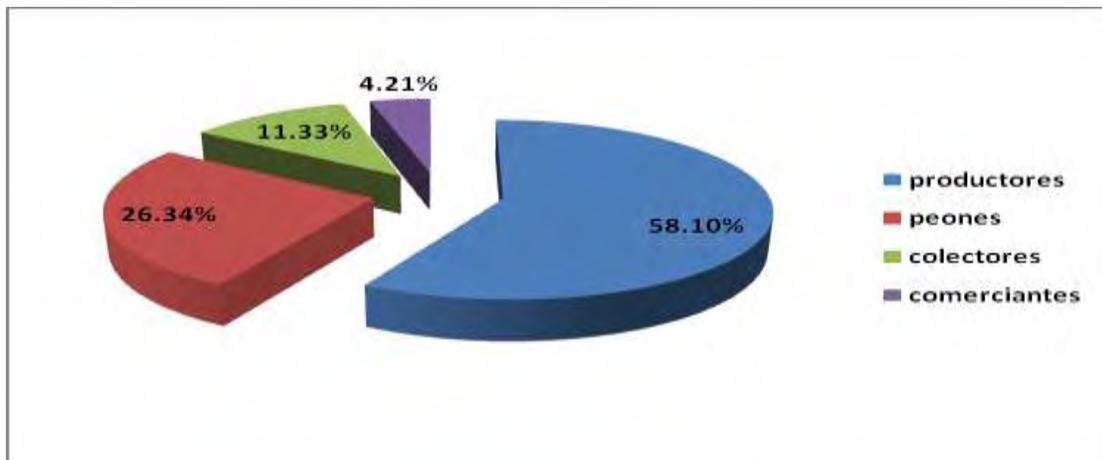
tiene un distinguido sabor, el cual mejora considerablemente con su añejamiento. El añejamiento, según los productores, se debe llevar a cabo preferentemente en garrafrones de vidrio y tapa de corcho para que el mezcal conserve su sabor y no sea modificado por los sabores de maderas o plásticos. Esto contrasta con lo que se menciona en la Norma Oficial Mexicana (NOM-070-SCFI-1994, Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones), en la que se especifica que el mezcal debe ser añejado en barricas de roble blanco para que éste sea considerado añejado. Hasta el momento de su venta el mezcal se guarda en garrafrones de plástico. A excepción del mayor productor (quien puede llegar a tener en bodega hasta 6,000 litros de mezcal), los mezcaleros no añejan el producto.

#### **4.4. Importancia económica del mezcal en el sustento de las familias involucradas en la producción de mezcal**

La producción de mezcal es una actividad que beneficia en menor o mayor grado al 30% de las familias de San Luis Atolotitlán. La cadena productiva está conformada por 25 peones, 18 productores, 6 propietarios de tiendas, 4 colectores y 7 personas que hacen de peones o extractores eventuales, en total 60 familias.

Las ganancias varían sustancialmente entre los eslabones de la cadena de producción. La ganancia neta por concepto de producción de mezcal (calculada de manera indirecta mediante la información obtenida en la encuestas domésticas y a unidades de producción), es en promedio de \$42,706.00 pesos anuales, ganancia que se reparte de manera muy poco equitativa de acuerdo con el tipo de trabajo realizado por cada eslabón. Aproximadamente 58.1% (\$24,816.00 pesos) del total de la ganancia es absorbida por los productores (aunque existen por lo menos dos productores que trabajan para otro productor, por lo que ganan menos que el promedio de los productores); 26.34% (\$11,250.00 pesos) corresponde a la ganancia de los peones; 11.33% (\$4,840.00 pesos) a los colectores; y 4.21% (\$1,800.00 pesos) a que expenden el mezcal en la comunidad. La Figura 26 muestra los porcentajes de la ganancia neta, correspondientes a cada eslabón de la cadena de producción de mezcal.

En relación con el ingreso obtenido por cada eslabón, la mayor ganancia la obtienen los productores de mayor volumen de mezcal. Esta ganancia va desde \$700.00 hasta \$4,600.00 pesos por puesta (en promedio  $\$2,068.00 \pm \$1,561.00$ ), dependiendo de la cantidad de agaves empleados por unidad de producción (en promedio 84). Esto también depende mucho del tamaño de las cabezas de maguey. Por ejemplo, 200 agaves pueden dar de 60 a 180 litros de mezcal. La ganancia obtenida también depende de los insumos que se compran, del número de peones requeridos para la producción y del número de puestas por año, siendo en promedio  $3.6 \pm 1.4$  puestas anuales por productor. Existe una marcada diferencia entre el gran productor (quien realiza cinco o seis posturas al año y es notorio que tiene buenas ganancias ya que produce grandes cantidades de mezcal, el cual es incluso almacenado) y los otros productores, quienes producen apenas para complementar su subsistencia. Los productores que procesan pocos agaves, como es el caso del menor productor quien usa en promedio menos de 150 piñas de agave por postura, obtienen una ganancia mínima. Éstos consideran su ganancia como una “tanda” (una especie de pequeño ahorro), pues recibe el dinero hasta el final del proceso y muchas veces la ganancia es de tan sólo \$150.00 a \$300.00 pesos.



**Figura 26. Porcentajes de ganancia por concepto de producción de mezcal correspondientes a cada eslabón de la cadena de producción en San Luis Atlotitlán.**

Son pocos los extractores de maguey en la comunidad, los cuales obtienen por esta actividad ingresos en promedio de \$1,210.00 pesos al año por cortar en promedio 200 cabezas de maguey, lo que corresponde a un par de salidas de colecta por año. Con respecto a los peones, la ganancia que obtienen del mezcal representa una “ayuda” a su economía familiar, aunque ésta es mínima y oscila entre \$200.00 y \$900.00 pesos anuales (\$450.00 en promedio) cuando se les paga por día, aunque principalmente se les pagan con mezcal, mismo que ellos venden a tenderos de la comunidad.

- Comercialización

Seis tiendas de la comunidad venden mezcal y cada una se abastece por lo general de diferentes productores. Los dueños de estas tiendas consideran que las ventas de mezcal no aportan una ganancia significativa, o que ésta no es muy notoria, ya que el mezcal se vende poco a poco. Sin embargo, hacen referencia al mezcal como “atrayente”, pues si lo venden la gente viene y compra otras cosas. En ocasiones dos de los mezcaleros venden uno o dos garrafas de 20 litros a personas que vienen de Tehuacán, o bien lo llevan ellos mismos bajo pedido a esa ciudad.

El mezcal se vende a granel, y la medida más común es el “marracito” de 200 mililitros. A los comerciantes les cuesta \$37.50 pesos el litro de mezcal o \$750.00 pesos la garrafa de 20 litros, unidad a la que llaman “galón”, pero no debe confundirse con la medida inglesa de 3.54 litros. Lo venden a \$40.00 pesos el litro o \$10.00 pesos el marracito, obteniendo una ganancia de \$50.00 por garrafa al mes. Si la venta es por seis meses al año, los tenderos ganan aproximadamente \$300.00 pesos al año.

La temporada de mayores ventas de mezcal es el invierno y en los festejos de “todos los santos” (2 y 3 de noviembre), así como en la fiesta principal del pueblo (San Luis) en agosto.

Tanto los vendedores como los consumidores, afirman que distinguen calidad del producto, y prefieren el mezcal de dos productores en especial, Manuel Macedas y Calixto García, siendo éstos los que poseen mayor experiencia produciendo mezcal.

#### **4.5. Cantidad de *Agave potatorum* empleada al año para fabricar mezcal**

Para la producción de mezcal, se requieren en toda la comunidad en promedio 11,975 agaves por año. De éstos, dentro del ejido se extraen entre 4,000 y 6,400 (4,257 en promedio  $\pm$  313.7) individuos por año; es decir, existe un déficit de entre 5,575 y 7,975 individuos al año. Esta es una aproximación general y resulta difícil hacer un cálculo preciso debido a la paulatina escasez del papalometl dentro del territorio de la comunidad. Esta situación obliga cada vez más a los mezcaleros a comprar las piñas en otros ejidos y también a sustituirlo por maguey pitzomel (*Agave marmorata*).

## V. DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y DISPONIBILIDAD ESPACIAL

### 5.1. Distribución de *Agave potatorum*

Dentro de su rango de distribución, *Agave potatorum* presenta una distribución en forma de parches, incluyéndose el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en los límites de los Estados de Puebla, Oaxaca y Veracruz. Los registros de presencia se muestran en el Anexo V, (CONABIO, 2007).

*Agave potatorum*, se ha registrado en 14 de los 29 tipos de vegetación dentro del Valle de Tehuacán -Cuicatlán. En cinco de éstos fue registrada por Valiente-Banuet *et al.* (2000) y en otros nueve por diversos autores de estudios etno-botánicos en la región (Torres, 2004; Pérez-Negrón, 2002; Rangel y Lemus, 2002; Echeverría, 2003; Solís, 2006). Estos tipos de vegetación son: candelillar de *Euphorbia antisyphilitica*, matorral de *Dasyllirion serratifolium*, matorral de *Echinocactus platyacanthus*, izotal de *Yucca periculosa*, izotal de *Beaucarnea gracilis*, cardonal de *Mitrocereus fulviceps*, cardonal de *Pachycereus weberi*, cardonal de *Cephalocereus columna-trajani*, bosque de *Quercus peduncularis*, bosque de *Quercus glaucooides*, bosque de *Juniperus fláccida*, mexical, tetechera de *Neobuxbaumia tetetzo* y Selva baja.

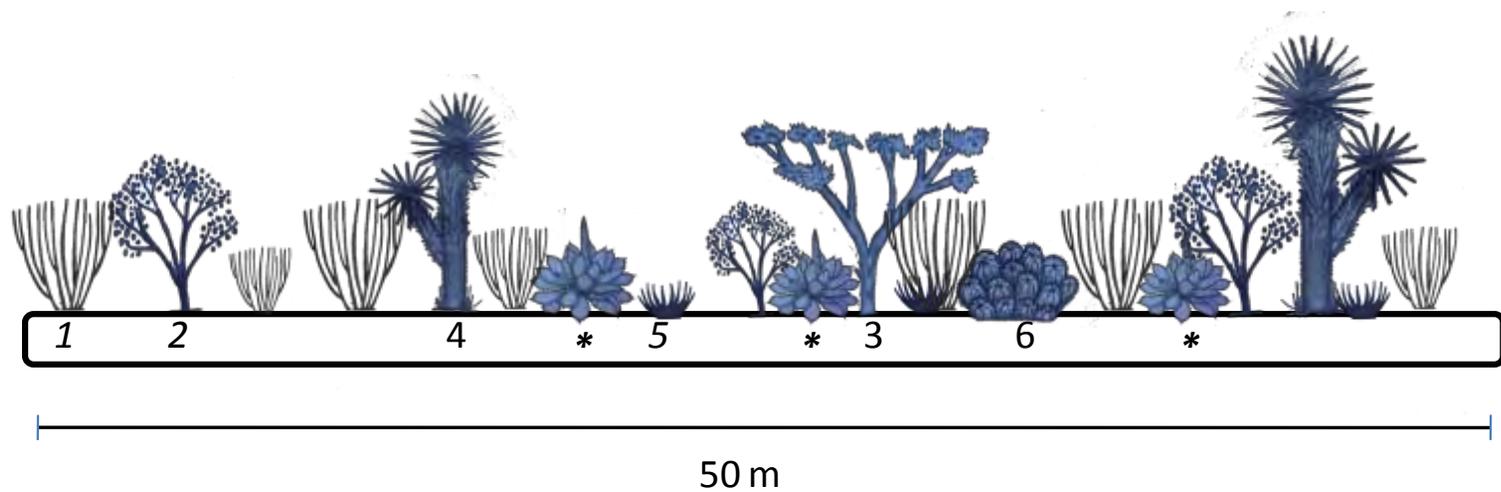
### 5.2. Abundancia y disponibilidad espacial de *Agave potatorum*

Dentro del territorio del ejido de San Luis Atolotitlán se encontró *Agave potatorum* en ocho tipos de vegetación: candelillar de *Euphorbia antisyphilitica* (Figura 27), matorral de *Dasyllirion serratifolium* (Figura 28), matorral *Gochnatia-Dasyllirion* (Figura 29), cardonal de *Mitrocereus fulviceps* (Figura 30), relicto de bosque de *Quercus* sp. (Figura 31), chichipera (Figura 32), chaparral-matorral rosetófilo (Figura 33), izotal de *Beaucarnea purpusii* (Figura 34). El tipo de vegetación donde *Agave potatorum* es más abundante es el candelillar de *Euphorbia antisyphilitica*, con una disponibilidad de 53 individuos extraíbles por hectárea, contrastando con el relicto de bosque de *Quercus* sp., en donde los muestreos realizados no registraron individuos extraíbles. La disponibilidad

promedio de individuos extraíbles por hectárea en cada tipo de vegetación se muestra en la Tabla 2. La información de disponibilidad promedio de individuos de *Agave potatorum* extraíbles, con base en los muestreos ecológicos se muestra en el Anexo VI.

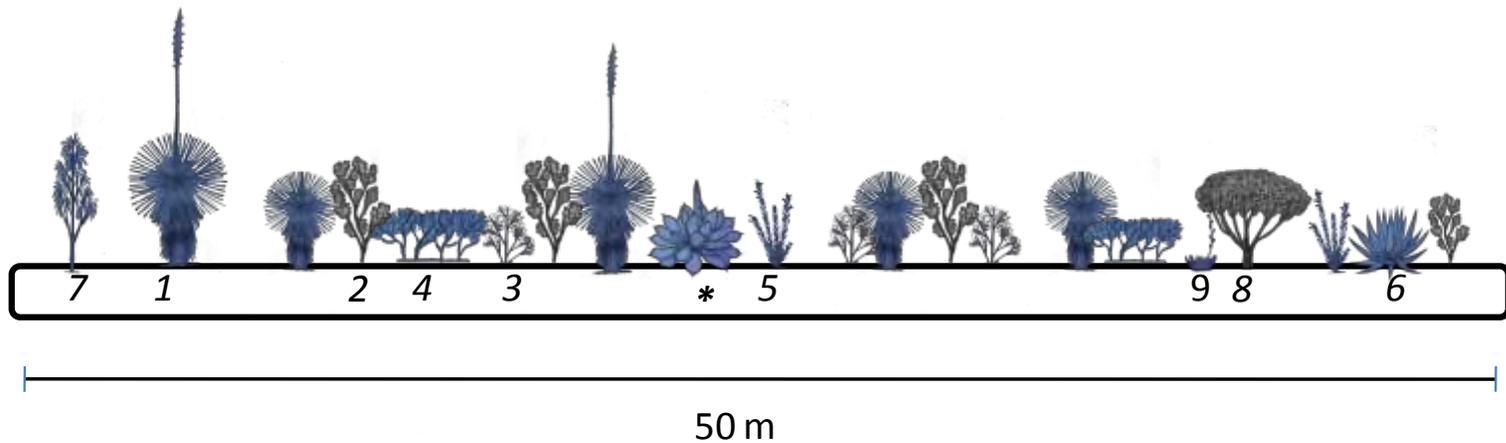
**Tabla 2. Promedio de individuos extraíbles por tipo de vegetación.**

Tipo de Vegetación	Disponibilidad Individuos/ hectárea
Candelillar de <i>Euphorbia antisiphilitica</i>	53
Cardonal de <i>Mitrocereus fulviceps</i>	20
Matorral rosetófilo de <i>Dasyllirion serratifolium</i>	18
Chichipera	15
Chaparral-matorral rosetófilo	8
Izotal de <i>Beaucarnea purpusii</i>	5
Matorral de <i>Gochmatia hypoleuca- Dasyllirion</i>	5
Relicto de bosque de <i>Quercus</i> sp.	0
	<b>Disponibilidad promedio 12 individuos</b>



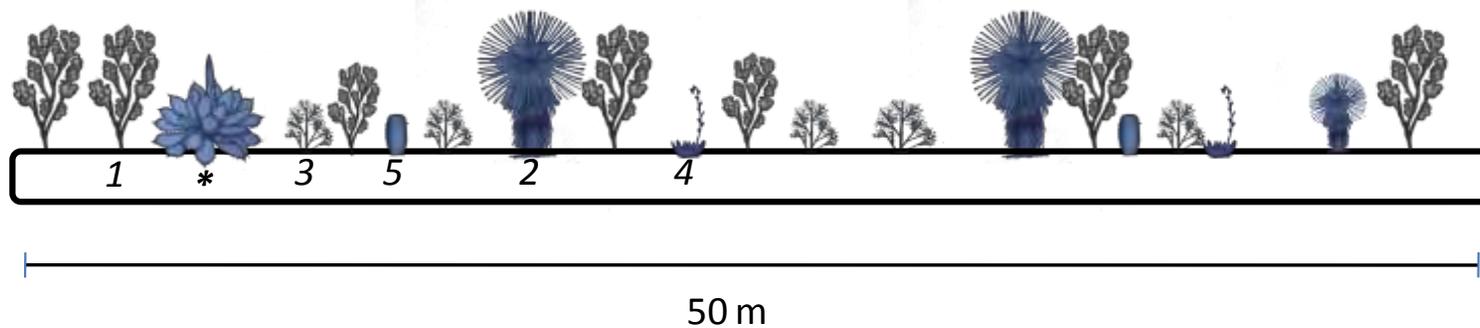
**Figura 27. Perfil diagramático del candelillar de *Euphorbia anthysifilitica*.**

1. *Euphorbia antisiphylitica*, 2. *Wimmeria microphyla*, 3. *Bursera* sp., 4. *Yucca periculosa*, 5. *Hechtia podantha*, 6. *Ferocactus flavovirens*, \**Agave potatorum* (53 individuos extraíbles por hectárea).



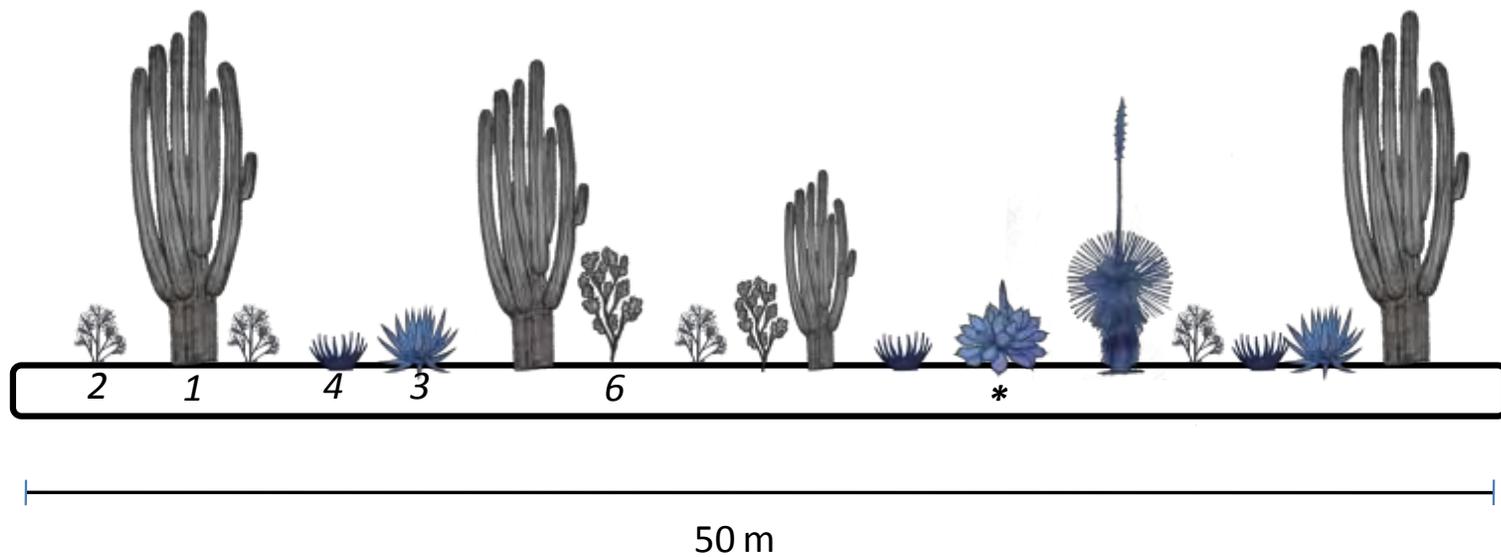
**Figura 28. Perfil diagramático del matorral de *Dasylirion serratifolium*.**

1. *Dasylirion serratifolium*, 2. *Gochnatia hypoleuca*, 3. *Salvia thymoides*, 4. *Amelanchier denticulata* var. *denticulata*, 5. *Leucophilum pringlei*, 6. *Agave kerchovei*, 7. *Dodonea viscosa*, 8. *Quercus* sp., 9. *Echeveria heterosepala*, \**Agave potatorum* (18 individuos extraíbles por hectárea).



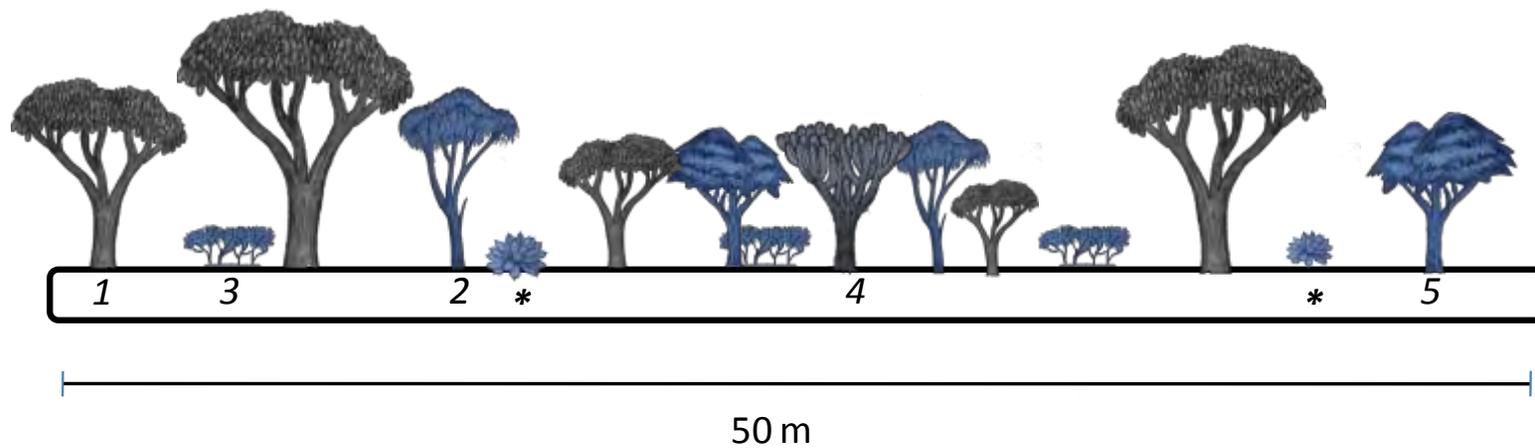
**Figura 29. Perfil diagramático del matorral de *Gochnatia* – *Dasylirion*.**

1. *Gochnatia hypoleuca*, 2. *Dasylirion serratifolium*, 3. *Salvia thymoides*,  
 4. *Echeveria heterosepala*, 5. *Mammillaria haageana*, \**Agave potatorum* (5 individuos extraíbles por hectárea).



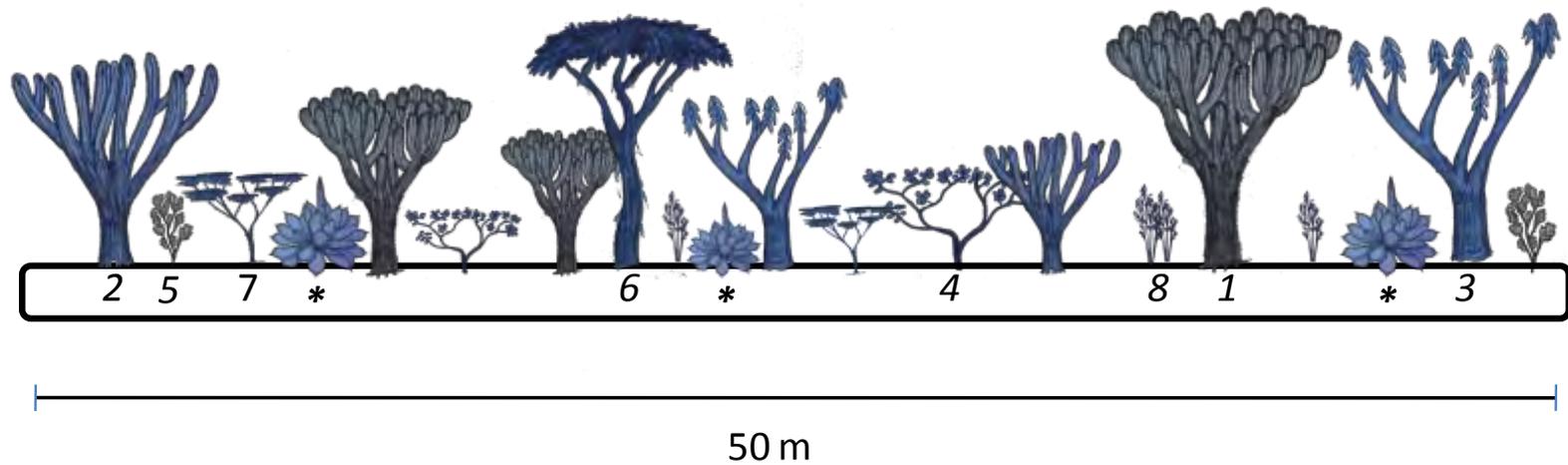
**Figura 30. Perfil diagramático del cardonal de *Mitrocereus fulviceps*.**

1. *Mitrocereus fulviceps*, 2. *Salvia thymoides*, 3. *Agave peacockii*, 4. *Hechtia* sp.,  
 5. *Dasyllirion serratifolium*, 6. *Gochnatia hypoleuca*, \**Agave potatorum* (20 individuos extraíbles por hectárea).



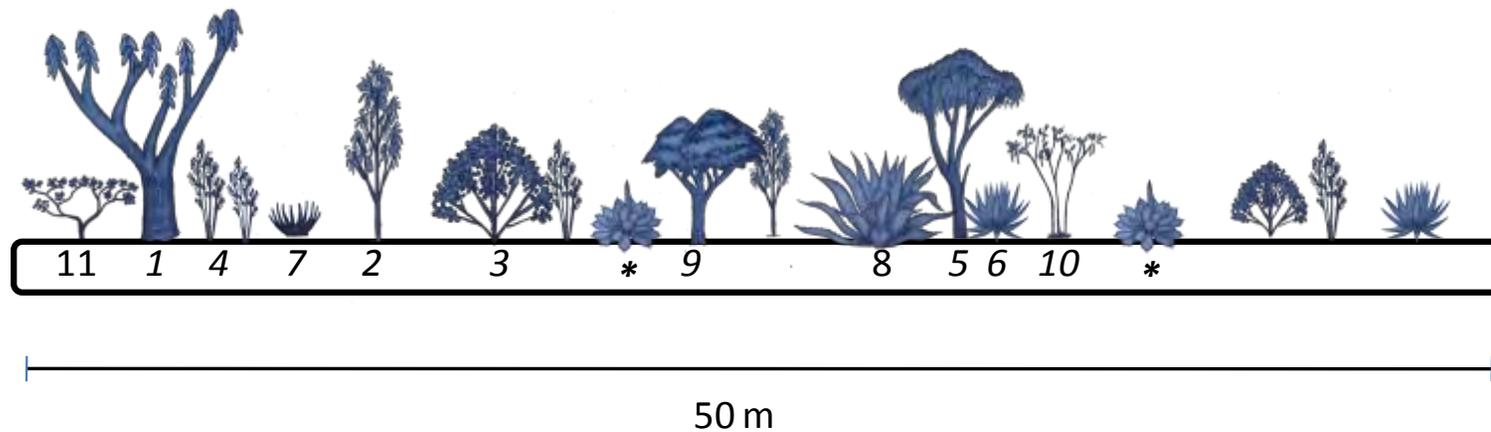
**Figura 31. Perfil diagramático del relicto de bosque de *Quercus obtusata*.**

1. *Quercus obtusata*, 2. *Pseudosmodium multifolium*, 3. *Amelanchier denticulata* var. *denticulata*, 4. *Polaskia chichipe*, 5. *Juniperus flaccida*, \**Agave potatorum* (0 individuos extraíbles por hectárea).



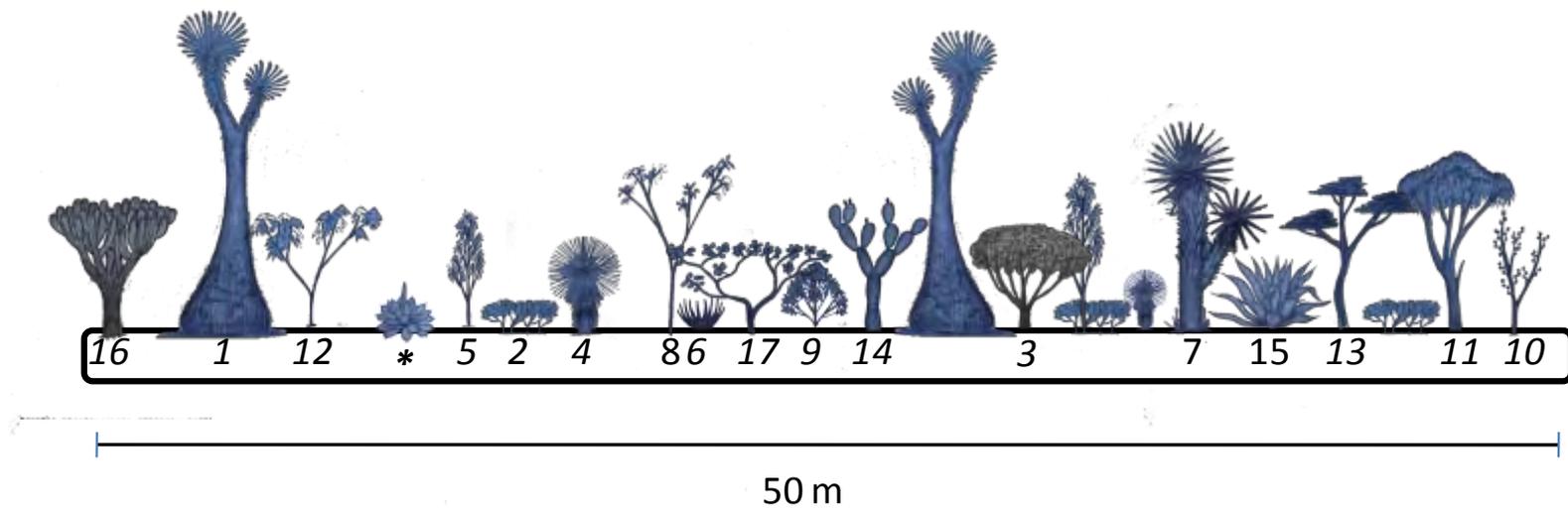
**Figura 32. Perfil diagramático de la chichipera.**

1. *Polaschia chichipe*, 2. *Polaschia chende*, 3. *Ipomea murucoides*, 4. *Rhus chondroloma*, 5. *Gochnatia hipoleuca*, 6. *Bursera morelensis*, 7. *Mimosa luisana*, 8. *Lippia graveolens*, \**Agave potatorum* (15 individuos extraíbles por hectárea).



**Figura 33. Perfil diagramático del chaparral – matorral rosetófilo.**

1. *Ipomea murucoides*, 2. *Dodonaea viscosa*, 3. *Pterostemon rotundifolius*,  
 4. *Lippia graveolens*, 5. *Pseudosmodingium multifolium*, 6. *Agave kerchoveii*, 7. *Hectia* sp.,  
 8. *Agave* sp., 9. *Juniperus flaccida*, 10. *Senna* sp., 11. *Rhus chondroloma*, \**Agave potatorum*  
 (8 individuos extraíbles por hectárea).



**Figura 34. Perfil diagramático del izotal de *Beucarnea purpusii*.**

1. *Beucarnea purpusii*, 2. *Amelanchier denticulata* var. *denticulata*, 3. *Quercus microphylla*, 4. *Dasyilirion serratifolium*, 5. *Dodonaea viscosa*, 6. *Hechtia* sp., 7. *Yucca periculosa*, 8. *Fraxinus purpusii*, 9. *Pterostemon rotundifolius*, 10. *Bahuinia desertii*, 11. *Pseudosmodingium multifolium*, 12. *Tecoma stans*, 13. *Eysenhardtia polystachia*, 14. *Opuntia* sp., 15. *Agave* sp., 16. *Polaskia chichipe*, 17. *Rhus chondroloma*, \**Agave potatorum* (5 individuos extraíbles por hectárea).

La distribución potencial de *A. potatorum* generada por medio de BIOCLIM (Figura 35), cubre aproximadamente 608 hectáreas, área que incluye todos los tipos de vegetación en los que la especie se encuentra presente. El promedio de disponibilidad calculado con base en los muestreos de vegetación es de 12 individuos de *Agave potatorum* por hectárea. Considerando estas cifras estimadas puede calcularse una disponibilidad total de 7,296 individuos de *Agave potatorum* extraíbles dentro del ejido de San Luis Atolotitlán.

De estos 7,296 agaves se calcula que se extraen anualmente entre 54% y 87% (4,000 y 6,400) del total de individuos reproductivos disponibles en todo el territorio del Ejido.

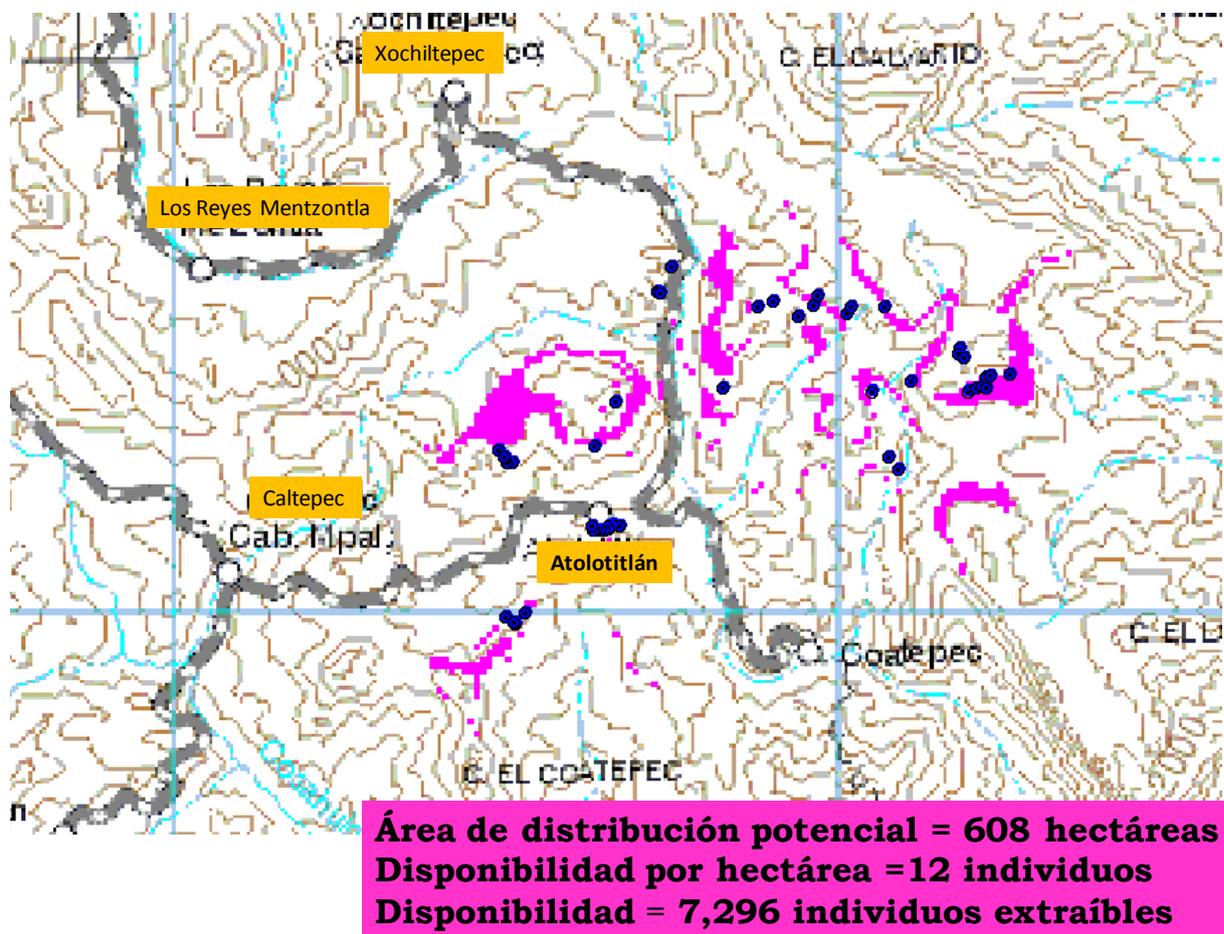


Figura 35. Distribución potencial de *Agave potatorum* en San Luis Atolotitlán, Puebla.

### **5.3. Percepción local del estado actual del *Agave potatorum***

La percepción de la gente entrevistada, en especial de los adultos mayores, expresa el deterioro que han ido sufriendo algunas comunidades vegetales del ejido. Por ejemplo, afirman que en el pasado había muchos árboles de *Lysiloma acapulcensis* los cuales fueron diezmados debido a la actividad carbonera que se efectuaba en San Luis Atlotitlán hasta hace unos 30 o 40 años, exterminando casi todos los árboles maderables de esta especie. Asimismo, se hace mención de una gran abundancia de individuos de *Agave potatorum* en las lomas cercanas al poblado, lomas que en la actualidad se encuentran prácticamente sin cobertura vegetal. Los mismos productores de mezcal, o al menos la mitad de estos, mencionan que en la actualidad se requiere ir cada vez más lejos para cortar las cabezas de papalometl para producir mezcal pues en diversos parajes en donde en el pasado podían encontrarse magueyes, éstos han desaparecido debido a la actividad mezcalera.

### **5.4. Manejo**

El aprovechamiento del papalometl no está reglamentado en San Luis Atlotitlán. Aunque el comisariado ejidal estableció una cuota anual por el derecho a de extracción a los mezcaleros, ésta es insignificante (de \$60.00 a \$100.00 pesos) y este es el único requisito para tener permiso de cortar el maguey. Cabe mencionar que no existen, a diferencia de otras comunidades mezcaleras, multas (ni monitoreo o control) por cortar individuos jóvenes, ni la obligación, ni el propósito de dejar en pie algunos individuos como semilleros que realicen la reproducción sexual y dispersen semillas y aseguren así el mantenimiento de las poblaciones de este agave. Cuando un extractor deja en pie un maguey adecuado para usarse, pronto otro mezcalero lo corta. Tampoco existe dispersión manual de semilla, ni control del ganado que come las inflorescencias del papalometl cuando están tiernas. A este maguey le llaman “maguey capado” y se deja uno o dos años para que pueda ser empleado en la producción de mezcal.

Tanto las personas que cortan maguey para la producción de mezcal, como las que lo cortan para uso doméstico, lo hacen sin ningún cuidado especial cortando toda la inflorescencia. Solamente el 6% (dos personas) de la muestra entrevistada deja algunas de las flores o “manitas” de papalometl cuando las colectan, para que éstas “suelten las semillas”. En cuanto a los mezcaleros, en algunos casos cuando no encuentran suficiente maguey “velilla” (el estado de desarrollo justo antes de sacar el escapo) o “capón” (llamado así el agave cuyo escapo incipiente ha sido mutilado ya sea por el ganado o por los recolectores) cortan individuos juveniles para poder llenar el horno. Esta práctica, además de poner bajo presión a individuos no reproductivos, no garantiza la calidad del producto al no contener los magueyes jóvenes suficientes azúcares para su fermentación.

Bajo este panorama, la permanencia del papalometl en condiciones naturales se encuentra en alto riesgo. Sin embargo, existen algunas acciones de la gente local que se han ido realizando en los últimos años para aumentar la abundancia de esta especie en las unidades ambientales en las que ha sido extraído por más de 80 años y en donde aún se le puede encontrar. Una de estas acciones es la reforestación, que desde el 2004 introduce papalometl en los parajes más deteriorados del noreste del ejido, donde se ha extraído agave para producción de mezcal, y donde supuestamente no se corta maguey actualmente. Para llevar a cabo esta reforestación, se designó por la comunidad un comité de cuatro personas. Este comité está encargado de colectar semilla de diversas poblaciones de agaves silvestres del ejido, para posteriormente sembrarlas en el vivero ejidal, cuidándolas de ocho a diez meses hasta lograr un tamaño apto para su trasplante o embolsado, hasta la edad de dos años, en la que ya se pueden trasplantar en el monte. El vivero, que comenzó originalmente produciendo plántulas de *Dioon caputoi* ahora produce casi en su totalidad plántulas de papalometl. Se plantaron el primer año 4,000 agaves y 25,000 en el segundo.

En ocasiones, como cuando se requiere embolsar las plantas, el comité contrata más gente, lo que constituye otro de los pocos empleos remunerados

dentro de la comunidad. Los recursos económicos para la manutención del vivero y los trabajos de reforestación son aportados por la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, la cual gestiona apoyos de diversas instituciones, también se han recibido apoyos de la CONAFOR y la SAGARPA.

Otra medida que se ha adoptado en el ejido y que constituye una acción vigente, consiste en una veda de extracción de papalometl por tiempo indefinido (durante dos años consecutivos al momento de escribir esta tesis) en sitios como el cerro "El Machiche", lugar de extracción mezcalera por excelencia. No obstante, se registraron algunos casos de colectores que no respetaron los acuerdos del Comisariado Ejidal.

## VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Usos, conocimiento

Los pobladores de San Luis Atolotitlán poseen una profunda tradición cultural de aprovechamiento de agaves, principalmente *Agave peacockii*, *A. salmiana* var. *ferox*, *A. kerchovei*, *A. marmorata*, *A. potatorum*, *Agave* sp. (maguey de potrero), y ocasionalmente *A. macroacantha*. Estos agaves satisfacen diversas necesidades y poseen un alto valor de uso para los pobladores locales. Hoy en día *Agave potatorum* tienen la mayor importancia en la subsistencia de las familias de San Luis Atolotitlán, en especial de aquellas que conforman un eslabón del proceso de producción y distribución de mezcal. La importancia cultural de *Agave potatorum* se ve reflejada en la percepción y clasificación de variantes morfológicas, conocimientos tradicionales sobre aspectos biológicos y ecológicos de la especie. También se refleja en la diversidad de usos bajo los cuales es aprovechada esta especie.

Sin embargo, se pudo documentar un proceso de pérdida de conocimiento y usos de *Agave potatorum*. Especialmente se encontró una diferencia marcada entre el conocimiento que poseen las mujeres adultas, quienes mencionaron algunos usos de este maguey en proceso de desaparición, los cuales son totalmente desconocidos por las mujeres menores de 20 años. Esta pérdida es menor entre los hombres, probablemente debido a que éstos visitan los terrenos ejidales con mayor frecuencia y se relacionan directamente con este recurso vegetal.

Existe una clara percepción de la gente sobre los sitios de mayor abundancia actual de esta especie, así como los sitios en donde se encontraba con anterioridad y ahora ha desaparecido. Reconocen que el principal factor responsable de la merma de este recurso es la intensa extracción para la elaboración de mezcal a que ha sido sometido. Aunque en menor grado, también ha contribuido la extracción de este agave principalmente para su uso

como alimento y la perturbación que determina el ganado vacuno al consumirlo como forraje.

## **Manejo**

*Agave potatorum* es uno de los recursos forestales aprovechados con mayor intensidad por los campesinos de San Luis Atolotitlán, en buena medida por ser uno de los pocos recursos naturales que les permite obtener ingresos monetarios (Torres, 2004). Y es también uno de los recursos bajo mayores riesgos debido a la incapacidad de las instituciones campesinas para regular su aprovechamiento y a la ausencia de técnicas de manejo que aseguren su disponibilidad hacia el futuro. El aprovechamiento de *Agave potatorum* hasta muy recientemente no estaba sujeta a ninguna regla; se llevaba a cabo solamente extrayendo individuos en poblaciones silvestres, al igual que en el estado vecino de Oaxaca, donde se produce mezcal con esta especie de agave (el llamado mezcal tobalá). No se habían practicado acciones puntuales que favorecieran la propagación o permanencia de este agave, pero desde 2004, a iniciativa de las autoridades comunales, se han iniciado actividades para la recuperación de las poblaciones de esta especie en las faldas del cerro El Machiche (al norte y noreste del pueblo), una de las principales zonas de extracción de papalometl para producción de mezcal. También es de destacarse la veda de extracción de papalometl por tiempo indefinido en esa zona, ambas acciones llevadas a cabo ya por dos años consecutivos. En otro contexto del uso de *Agave potatorum*, solamente 6% de las familias que cortan las inflorescencias para su autoconsumo tienen el cuidado de dejar algunas flores para que se lleve a cabo la reproducción sexual, buscando la permanencia de esta especie. Estas acciones no representan aún medidas eficaces para la conservación o el mejoramiento de las poblaciones de *Agave potatorum* en el ejido. Sin embargo, muestran que al menos una parte de la población tiene preocupación por este recurso, principalmente por que entienden el beneficio económico y la importancia cultural que la fabricación de mezcal representa y la necesidad de conservar las poblaciones de papalometl. Pero de no tomarse medidas para

organizar u ordenar la extracción de maguey para producción de mezcal, las poblaciones decrecerán.

La extracción de *Agave potatorum* para uso doméstico se enfoca principalmente a las flores. Es una actividad que actualmente se practica y que podría desaparecer. No representa un riesgo considerable para las poblaciones de *Agave potatorum* pues se practica a baja escala. En contraste, la extracción para la preparación del mezcal sí lo es. Habría que agregar también el forrajeo de escapos tiernos de maguey en estado de reproducción por el ganado vacuno, el cual también pone en peligro de extinción a las poblaciones locales bajo mayor estrés. Por otra parte, la cantidad de agaves que no culminan su reproducción sexual debido a que su escapo es comido por las vacas, aunque no se pudo calcular en este estudio, parece representar un factor de impacto considerable para las poblaciones del *A. potatorum*.

Anualmente se extraen para la producción de mezcal en promedio 5,200 cabezas de *Agave potatorum*, mientras que se calcula que existen disponibles 7,296 agaves reproductivos (utilizables para la producción de mezcal) dentro del territorio de San Luis Atolotitlán (este dato puede estar sobre estimado). Se extraen entre 54% y 87% del total de individuos disponibles al año. Aún así, existe un déficit anual de entre 3,000 y 4,140 (3,920 en promedio) piñas de este agave, el cual compensan comprando maguey a otros ejidos, principalmente Xochiltepec y a Zapotitlán, extendiéndose así el impacto de la producción de mezcal a esos poblados.

La tasa de extracción anual de individuos reproductivos puede incidir drásticamente en el decremento de las poblaciones del papalometl, pues es el cálculo efectuado en este estudio comprende globalmente a todo el territorio donde se distribuye *A. potatorum*, pero debe tomarse en cuenta que la actividad en realidad se concentra en algunas poblaciones, en las que prácticamente se extraen todos los individuos reproductivos.

## **Producción de mezcal**

El proceso de producción de mezcal en esta comunidad es mayormente artesanal, con una tradición de casi un siglo y constituye una actividad y conocimiento que se ha heredado de forma empírica de abuelos a padres e hijos. Las unidades de producción realizan la producción con prácticas muy similares; sin embargo se pueden encontrar sutiles diferencias de una unidad de producción a otra.

Se producen en San Luis Atolotitlán varios tipos de mezcal. Por ejemplo, hay unidades que producen mezcal 100% de *Agave potatorum*; otras que producen mezcal mezclando *A. potatorum* y *A. marmorata*, y otras que producen mezcal de *Agave marmorata*. Se registró también un productor que ocasionalmente utiliza cabezas de *Agave salmiana* var. *ferox* para completar la postura, y otro que ocasionalmente usa *Agave macroacantha* con el mismo fin. La exploración de nuevas especies de agave que puedan suplir o “completar” al *Agave potatorum* en la producción de mezcal no es nada sorprendente. Esto se debe a que cada vez es más escaso el papalometl en este y en otros ejidos. En San Francisco Xochitepec, ejido que por largo tiempo proveyó a San Luis Atolotitlán con cabezas de maguey papalometl para la producción de mezcal, en la actualidad el comisariado ejidal ha prohibido la venta de las cabezas de este maguey a San Luis Atolotitlán. Esta, aunque parece una medida extrema, hace factible que algunos sitios en el vecino ejido recuperen o conserven su abundancia de papalometl.

La calidad del mezcal no solo depende de las especies de maguey empleadas sino que depende también de otros insumos empleados, como la leña y el agua. Es muy importante también la limpieza o aseo de los utensilios, de las piletas y del alambique, después de cada evento de producción, para obtener un mezcal sabroso, y no uno “repugnante” el cual se debe no solo a la falta de limpieza, sino también a un ahumado excesivo. No obstante, la mayor diferencia en la calidad de mezcal la hace la práctica, siendo los mezcaleros de mayor edad o experiencia los que preparan el mejor mezcal.

El rendimiento promedio de *A. potatorum* es de un litro de mezcal por cada dos cabezas de maguey. Cabe señalar que los productores de mezcal notan un mayor rendimiento de las cabezas obtenidas en el cerro El Machiche, en comparación con las obtenidas de otros parajes del ejido, como por ejemplo de La Cumbre. Esta diferencia en cuanto a la calidad del maguey para producir mezcal aparentemente se relaciona directamente con la unidad ambiental en la que crecen las poblaciones de esta planta, en donde las condiciones de temperatura y humedad son contrastantes. En El Machiche, las condiciones ambientales más estresantes, la temperatura y la radiación solar son mayores y la humedad relativa menores que en otros sitios. Estas condiciones podrían determinar un efecto fisiológico directo en las plantas, las cuales son más pequeñas en El Machiche y contienen menor cantidad de agua en sus estructuras (hojas y tallos), y por lo tanto una mayor concentración de metabolitos secundarios. En contraste los magueyes turgentes que crecen en otras unidades ambientales con condiciones climáticas más favorables tienen un menor rendimiento. De manera similar, los magueyes que se recolectan en la temporada de lluvias, según los mezcaleros, no son buenos para hacer mezcal, debido a la cantidad de agua que contienen, por lo que no fermentan de la manera deseada.

### **Importancia económica del mezcal**

El mezcal producido en San Luis Atolotitlán se comercializa localmente en diez tiendas de abarrotes. Eventualmente se saca de la comunidad, ya sea por encargo de personas que han emigrado a otras ciudades, como México, D.F., Tehuacán y ocasionalmente a los ejidos vecinos de Xochiltepec y Caltepec. El mezcal se vende en promedio a 40 pesos por litro y representa una ganancia apenas significativa para los comerciantes que lo expenden.

No obstante que el monto global generado por la actividad mezcalera es aparentemente bajo, y que éste se diluye marcadamente conforme se distribuye

en los diferentes sectores que participan en el proceso, el mezcal juega un papel importante en la economía de las familias involucradas en la cadena productiva. Es por ejemplo notoria la diferencia de ganancia de acuerdo a la actividad que se practica en esta cadena productiva, contrastando fuertemente la ganancia que obtienen los productores con la obtenida por colectores, peones y comerciantes. Sin embargo, la producción y comercialización de mezcal determinan hoy en día ingresos monetarios para aproximadamente 33% de las familias de la comunidad. Estos ingresos son sustanciales para algunos (los menos) sectores involucrados en la producción y para la mayor parte se trata sólo de recursos complementarios. Debe tomarse en cuenta, no obstante, que aunque los ingresos monetarios resultan sumamente bajos, para algunas familias es la única fuente de ingresos de este tipo que les permite obtener productos en los mercados locales y regionales y por ello lo realizan. Diversos estudios han mostrado comportamientos similares con otros recursos que determinan bajos ingresos en comunidades campesinas del país. Por ejemplo, en la Montaña de Guerrero Casas *et al.* (1994) encontraron que el tejido de sombreros de palma involucra a prácticamente la totalidad de miembros de comunidades campesinas, no obstante que solamente es posible tejer de uno a dos sombreros en un día entero de trabajo y que éstos son pagados a tan sólo \$4.00 pesos por pieza. En el Valle de Tehuacán Rangel-Landa y Lemus (2002) y Echeverría (2002) encontraron situaciones similares también con la palma. Y en el caso de la producción de mezcal, es justamente esta importancia económica la que determina que, no obstante que es una actividad no sustentable, ésta persiste y se dirige a mantenerse hasta agotar el recurso silvestre disponible.

### **Disponibilidad del recurso**

En el ejido de San Luis Atolotitlán, se encuentra en ocho de estos tipos de asociaciones vegetales. No fue posible calcular la disponibilidad precisa en el área total de cada tipo de vegetación, debido a la falta de un mapa de vegetación para el ejido. El programa BIOCLIM, empleado para generar los

mapas no permite una evaluación precisa. Sin embargo, los datos muestran un panorama general, en el que se puede apreciar claramente que *Agave potatorum* es más abundante en el candelillar de *Euphorbia antisyphilitica*, siguiéndole el cardonal de *Mitrocereus fulviceps*. En contraste, la menor disponibilidad se registró en el izotal de *Beaucarnea purpusii* y en el matorral de *Gochnatiadasyllirion*, donde se encontraron 5 individuos/ha, así como en el relicto de bosque de *Quercus* sp. donde no se encontraron individuos extraíbles.

El área de distribución potencial de *Agave potatorum* es de 608 hectáreas aproximadamente, el promedio es de 12 individuos por hectárea, lo que permitió calcular que en total hay 7,296 individuos de *Agave potatorum* extraíbles dentro del ejido de San Luis Atolotitlán actualmente.

### **Problemas puntuales y (perspectivas)**

La falta no sólo de agave sino también de leña y agua representan los principales problemas a los que se enfrentan los productores de San Luis Atolotitlán. La escasez de leña representa un problema incluso para las unidades domésticas que usan mayormente leña para cocinar. En el ejido hay muy poca leña disponible y existen restricciones para cortar la leña en pie, aunque no se sabe hasta qué punto son respetadas estas restricciones.

El agua y su calidad también un tema de interés, ya que es indispensable para la producción y el agua contaminada o incluso clorada, no es adecuada para producir mezcal. La zona de estudio es seca y la lluvia es escasa e impredecible, por lo que la gente la cuida. Aunque actualmente los productores no tienen problema con el abasto del agua, ya que en su mayoría los palenques se ubican en lugares cercanos al abasto, éste es un tema que se debe tomar en cuenta si se piensa en llevar a cabo un manejo integral de los recursos, en la producción de mezcal.

Un tema delicado, pero de suma importancia es la organización de los productores y de la comunidad en general. Los productores se interesan cada

uno por su producción, el abastecimiento de materia prima y la comercialización de su producto. No existe organización o comunicación entre ellos, interacciones elementales para que una comunidad como esta subsista dependiendo de la producción de mezcal, principalmente por tratarse de una actividad que aprovecha los recursos comunitarios.

Ante este panorama es indispensable trabajar en la organización, reforzando y creando lazos comunitarios, principalmente entre los distintos productores de mezcal, peones, colectores, comerciantes, pero también integrando a las autoridades ejidales, de la reserva de la biósfera y de otras dependencias gubernamentales inmersas en la producción, así como al resto de la comunidad. Para explorar tales formas organizativas intra e intersectoriales permitirán desarrollar alternativas en que se amplíen los sectores involucrando no solo a los sectores de producción y comercio, sino creando además, por ejemplo, programas de empleo para grupos encargados de la reforestación y el monitoreo de las poblaciones reforestadas.

Para un uso adecuado de los recursos, de manera que éstos se puedan regenerar y estar disponibles a largo plazo, las alternativas de manejo que se exploren deben tender a un uso múltiple, diversificando, incluyendo un amplio espectro de recursos naturales. Un manejo así debe considerar también un adecuado beneficio social y económico, con la salud de los ecosistemas como objetivo principal.

Es necesario profundizar en el estudio de la ecología del maguey para generar herramientas para diseñar propuestas para su mejor aprovechamiento. Ello permitiría aproximarse a un aprovechamiento sustentable, en el cual los pobladores locales se apropien del ordenamiento, manejo y monitoreo de la actividad, así como del abastecimiento y manejo de los insumos (agave, agua y leña) necesarios para sustentar esta actividad. Se requiere para ello manejar las poblaciones *in situ*, pero también establecer viveros de las especies involucradas con fines de reforestación en el monte y para crear plantaciones para aprovechamiento en la producción de mezcal.

Además, es necesario construir acuerdos para realizar vedas de corte de agave, y hacerlas respetar, en sitios donde la colecta ha sido intensa y las poblaciones se encuentran bajo mayor riesgo. Sería recomendable que se construyera un acuerdo comunitario para establecer una veda de *Agave potatorum* por tiempo indefinido (por lo menos unos 5-10 años) en otras áreas, como La Cumbre, además de la que ya se ha establecido para el paraje El Machiche. Paralelamente, deben desarrollarse planes alternativos de producción de mezcal posiblemente con otras especies de agave de distribución regional (como *A. angustifolia*, *A. marmorata*, *A. americana*), dependiendo de los requerimientos de dichas especies (zonas óptimas y marginales) y tomando en cuenta, por supuesto que no se eche abajo la vegetación silvestre para hacer “alfombras” de agaves, sino que se establezcan plantaciones en áreas ya abiertas, reforzando sus linderos y líneas de contención de suelos.

Con base en el estudio de Rangel-Landa (2008) y las observaciones del presente trabajo, es posible proponer las siguientes recomendaciones para realizar reforestaciones más efectivas o exitosas:

- Recoger semilla de varios sitios para que se asegure la diversidad genética del material que se use para producir plantas en vivero. Aunado a esto se pueden hacer actividades de dispersión manual de semilla en sitios seguros bajo nodrizas en el campo.
- Trasplantar en campo las plantas de *A. potatorum* bajo nodrizas o creando sombras artificiales, para lo cual se requiere crear tecnologías locales de sombras.
- Realizar siembra de magueyes, en primer lugar con criterio de conservación y restauración de los ecosistemas y en segundo plano con criterio de productividad para aprovechamiento en la producción de mezcal.
- Crear una comisión encargada del monitoreo de las reforestaciones

La reforestación no sólo debe contemplar las especies mezcaleras de *Agave*, además debe tomar en cuenta especies que puedan emplearse como leña

en el proceso de producción de mezcal. Es urgente diseñar planes de reforestación con especies como *Lysiloma acapulcensis* u otras especies nativas, o explorar la posibilidad de utilizar pirul, siendo ésta la leña empleada mayormente para la producción de mezcal.

Además es necesario estudiar y mejorar las tecnologías empleadas en las etapas de destilación (eficientizar las hornillas, o los materiales para que se pierda la menor energía posible), para que se aprovechen al máximo las propiedades caloríficas de la madera.

El agua, debe ser el eje principal de toda actividad humana, sobre todo de las actividades productivas, como la producción de mezcal. Se requiere realizar obras de conservación de agua, con un enfoque de manejo de cuencas, garantizando a cada fábrica su abasto de agua en calidad y cantidad

## **Comercio**

La parte de comercialización, aunque es la más importante para los productores, es en realidad un tema muy complicado, que merece estudiarse más detalladamente. Sin embargo, podemos decir que debería crearse una organización encargada del envasado y la comercialización del producto, constituyendo representantes y una cava, o bodega comunitaria como es la experiencia de la organización Sanzekan Tinemi, organización campesina que actúa en el centro de Guerrero. Esta organización, conformada por 30 comunidades, ha creado una propuesta alternativa de producción de mezcal, considerando la diversidad de agaves mezcaleros y en la cual se impulsa el manejo sustentable, a partir del fortalecimiento de las instituciones comunitarias y las organizaciones campesinas. Propuestas como la Sanzekan Tinemi buscan ofrecer mezcales artesanales, de producción limitada, de alta calidad y orgánicos (sin agro-químicos), con distribución de beneficios a lo largo de la cadena de producción. Para esto, la Sanzekan Tinemi ha establecido siete viveros comunitarios, con capacidad de producir 2 ½ millones de plantas de agave por año y reforestar con ellas áreas de hábitat natural en las 30

comunidades participantes. Además, la Asociación de magueyeros y mezcaleros del Chilapan ha establecido acuerdos sobre el manejo del maguey (normas internas acerca de cuántos agaves, dónde y cuándo cortar solamente los magueyes maduros) y las calidades de mezcales, así como los principios de etiquetado de su mezcal "Sanzekan", en el que se reconoce a cada maestro mezcalero, la cosecha y el lote, respetando ante todo las producciones limitadas de cada maestro mezcalero (Illsley *et al.*, 2005).

Por otra parte, es recomendable buscar lazos o relaciones con otros sectores de la sociedad para crear o abrir mercados alternativos, donde puedan obtenerse ganancias "reales" para los productores; aumentando el precio del mezcal, y así poder subsidiar el pago del trabajo de recuperación de las poblaciones de papalometl dentro del ejido. Asimismo, es fundamental promover la valoración del mezcal entre los consumidores. Debe fomentarse la apreciación de los mezcales artesanales, hechos de forma tradicional, creando una red de comerciantes y consumidores responsables, que promuevan el pago justo de los mezcales, y garanticen su calidad.

Actualmente existen grupos que llevan a cabo tareas de difusión y apreciación de mezcales tradicionales, como "La logia de los mezcólatras", el cual con el fin de identificar los mezcales tradicionales, tengan o no marca comercial, creó el logo de los "Mezcales tradicionales de los pueblos de México". Así, los mezcales que cumplen con las características propias de esta bebida pueden llevar una etiqueta con este logo y otra de la marca o bien con el nombre del maestro mezcalero, la localidad, los tipos de maguey empleados y la edad de los mismos, el procedimiento y la fecha de destilación, el grado de alcohol, el número de lote, de botellas embasadas y el de cada botella. Entre los mezcales que llevan este logo se encuentran: el Dioseño de Durango; el Real Minero originario de Catalina Minas; el Sanzekan, originario de la región de Chilapan Guerrero; y la Venencia, originario de la zona occidental del distrito de Ejutla, Oaxaca (Pérez, 2007).

Solamente atacando los puntos débiles desde sus diversos ángulos, ( y con el trabajo de diversos sectores o grupos de la sociedad) se logrará garantizar

la permanencia del *Agave potatorum*, de las comunidades vegetales en donde se encuentra, así como de la actividad mezcalera que sustenta, a la par que se mejoren las condiciones de vida de las familias involucradas, así como el número de familias involucradas en la producción y que pueda subsistir finalmente, el producto, la preciada bebida que es el mezcal.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Aguirre, R., H., Charcas, y Flores, J.** 2001. El maguey mezcalero potosino. Instituto de Investigaciones de Zonas Áridas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México.

**Aguirre, X., C., Illsley, y Larson, J.** 2006. Dulce semblanza de los mezcales del altiplano y el balsas en: México desconocido, número 352, año XXX. Pp. 36-45.

**Arizaga, S.** 2000. Tercer informe parcial, proyecto "Manejo y conservación del maguey en Tehuacán, Puebla". Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

**Avilés, K.** 2004. El mezcal, de origen prehispánico, no español. La Jornada - México D.F., 19/4/2004.

**Belbin, L.** 1994. PATN, Pattern Analysis Package Technical Reference. CSIRO. Wildlife and Ecology. Camberra, Australia.

**Caballero, J.** 1984. Recursos comestibles potenciales. En: Reyna, T. (Ed.). Seminario sobre la alimentación en México. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

**Casas, A., J.C. Viveros, J. Caballero.** 1994. Etnobotánica Mixteca: Sociedad, Cultura y Recursos Naturales en la montaña de Guerrero. Instituto Nacional Indigenista- Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México, D. F.

**Casas, A., A. Valiente-Banuet, J. C. Viveros, J. Caballero, L. Cortés, P. Dávila, R. Lira, I. Rodríguez.** 2001. Plant resources of the Tehuacán-Ciucatlán Valley, México. Economic Botany. The New York Botanical Garden Press. New York.

**Colunga-García, M. P., D. Zizumbo-Villarreal y J. Martínez-Torres.** 2007. Tradiciones en el aprovechamiento de los agaves mexicanos: una aportación a su protección legal y conservación biológica y cultural. 229-248 Pp. En: P. Colunga-García Marín, L. Eguiarte, A. Largué S, y D. Zizumbo-Villarreal

(eds). "En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves". CICY-CONACYT-CONABIO-INE.

**CONABIO.** 2006. Mezcales y diversidad, 2da edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

**CONABIO.** 2007. REMIB, Red Mundial de Información sobre Diversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

**Dávila, P., A. M.C., Valiente-Banuet. A., J.L. Villaseñor, A. Casas y R. Lira.** 2002. Biological Diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany* 55: 421-442.

**El Khadem, H.** 1996. A translation of Zosimo's text in an Arabic Alchemy Book. *Journal of the Washington Academy of Sciences.* Volume 84, 3:168-178.

**Echeverría, Y.** 2003. Aspectos etnobotánicos y ecológicos de los recursos vegetales en las comunidades Mixtecas de San Pedro Nodón y San Pedro Jocotipac, Oaxaca, México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

**Estrella, P.** 2008. Efecto de la explotación humana en la biología de la polinización de *Agave salmiana* y *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

**Flannery, K.** 1986. *Guilá Naguitz, Archaic Foraging and Early Agriculture in Oaxaca, Mexico.* Academia press. United States of America.

**García, A.** 2007. Ponencia "Diversidad de magueyes: base de la diversidad de mezcales". Foro del tequila y otros mezcales. México, D.F.

**García, E.** 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.

**García-Mendoza, A.** 2007. La biodiversidad de magueyes: base de la diversidad de mezcales. Foro tequilas y mezcales. GEA, A.C.

**Gentry, H.S.** 1998. *Agaves of Continental North America*. The University of Arizona Press. Tucson.

**Gordon, R. G.** 2005. *Ethnologue: Languages of the World*. SIL International. Dallas, Texas.

**Houlder, D.J., M.F., Hutchinson, H.A., Nix and J.P., McMahon.** 2000. ANUCLIM 5.1. User guide. Centre for Resource and Environmental Studies. Australian National University. Canberra.

**INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.** 2001. XII Censo general de población y vivienda 2000. Disco compacto.

**Illsley, C., A., Tlacotempa, G., Rivera, P., Morales, J., García, L., Casarrubias, M., Calzada, R., Calzada, C., Barranca, J., Flores y E., Omar.** 2005. Maguey papalote en: *La riqueza de los bosques mexicanos: más allá de la madera. Experiencias de comunidades rurales*. SEMARNAT, CONAFOR, CIFOR, INE, Overbrook foundation, People and plants. Primera edición. México, D.F.

**Illsley, C.** 2006. Inédito. Biodiversidad, campesinos y la tradición mezcalera. GEA, A.C. México, D.F.

**Illsley, C.** 2007. Ponencia en el Foro del tequila y otros mezcales. México, D.F.

**Macnish, R.** 1992. *The origins of agriculture and settled life*. University of Oklahoma Press. Norman and London. Oklahoma.

**Martin, G.** 1995. *Ethnobotany, a methods manual*. Chapman & Hall. UK. 268 pp.

**Norma Oficial de la Federación.** 1997. NOM-070-SCFI-1994, Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones .Diario Oficial de la Federación. México, D.F.

**Palma Cruz, F. de J.** 2000. Agaves productores de fibras duras en el estado de Oaxaca, México. *Acta Botánica Mexicana*, número 079. Instituto de ecología A. C. Pátzcuaro, México. Pp. 13-61

**Paredes, M. F., R. Lira, P., Dávila.** 2007. Estudio etnobotánico de Zapotitlán de Salinas, Puebla.

**Pérez, C. 2007.** Mezcales tradicionales de los pueblos de México, herencia cultural y biodiversidad en: *Ciencias* 87: 54-60.

**Pérez -Negrón, E. 2002.** Etnobotánica y aspectos ecológicos de las plantas útiles de Santiago Quiotepec, Cuicatlán, Oaxaca. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

**Proctor, M., P., Yeo y Lack, A. 1996.** *The Natural History of Pollination.* British Wildlife Publishing. Great Britain.

**Rangel, S., R. Lemus. 2002.** Aspectos etnobotánicos y ecológicos de los recursos vegetales entre los Ixcatecos de Santa María Ixcatlán, Oaxaca, México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

**Rangel, S., 2008.** Establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

**Rzedowski, Y. 1978.** *Vegetación de México.* Editorial Limusa. México, DF.

**Rzedowski, Y. 1993.** *Biological diversity of México: origins and distribution.* Oxford University Press.

**Sánchez, L. A. 2005.** *Oaxaca tierra de maguey y mezcal.* Comercializadora Oaxaqueña del Centro. Oaxaca, México.

**Serra- Puche, M.C., J.C. Lazcano A. 2006.** *Mezcal yesterday and today.* Voices of México. CISAN-UNAM. No. 75, Pp.43-47.

**Toledo, V. M. 1988.** *La Diversidad Biológica de México.* Ciencia y Desarrollo. 81: 17-30. México, D.F.

**Toledo, V. M. 2001.** Biodiversity and indigenous peoples. En: S. Levin et al. (Eds) *Encyclopedia of Biodiversity.* Academic Press: 1181-1197. Toledo, V. M., 2001. *Biocultural Diversity And Local Power In Mexico: Challenging Globalization.* In: Maffi, L. (Ed). *On Biocultural Diversity.* Smithsonian Institution Press, USA: 472 - 488.

**Torres, I. 2004.** Aspectos etnobotánicos y ecológicos de los recursos vegetales en la comunidad de San Luis Atolotitlán, Municipio de Caltepec,

Puebla, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

**Torres, I.** 2008. Dinámica poblacional de dos morfos de *Agave potatorum* Zucc. en el Valle de Tehuacán: bases para su manejo sustentable. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

**Valiente-Banuet, A., A. Casas, A. Alcántara, P. Dávila, N. Flores-Hernández, M.C. Arizmendi, J.L. Villaseñor y J. Ortega.** 2000. La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Boletín de la Sociedad Botánica de México. Distrito Federal, México. 67: 24-74.

**Villaseñor, J.L.** 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. Distrito Federal, México. 75: 105-135.

#### **Herramientas SIG y software**

**ESRI.** 2000. Environmental Systems Research Institute. Inc. Paquete de software Arcview- GIS, 3.2.

**Ramírez de la T., N.** 2004. Historia de la destilación. [www.alambiques.com](http://www.alambiques.com)  
Todos los derechos reservados.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO I. ENCUESTA SOBRE USO GENERAL DE *Agave potatorum*

San Luis Atolotitlán, Puebla

FECHA: \_\_\_\_\_

#### I. DATOS GENERALES

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

Escolaridad: \_\_\_\_\_

#### II. USO DEL papalometl (*A. potatorum*) Y OTROS AGAVES

¿Utiliza magueyes? SI NO

¿Cuáles? \_\_\_\_\_

Uso que les da: \_\_\_\_\_

Si utiliza el *A. potatorum*,

¿Qué parte utiliza? \_\_\_\_\_

¿Para qué? \_\_\_\_\_

¿Con \_\_\_\_\_ qué \_\_\_\_\_ frecuencia?

¿Consume usted (o esposo) mezcal? SI NO

Cantidad y frecuencia con que lo consume:

Temporada en que lo consume (veces por año):

¿Dónde lo compra? \_\_\_\_\_

¿Sabe quién lo produce?

Precio por litro y por 200ml (marrazo):

Cantidad que compra:

---

### III. EXTRACCIÓN

¿Dónde lo corta? \_\_\_\_\_

¿En qué temporada?

Cantidad de magueyes por

colecta:

¿Cómo lo reconoce?

¿Corta el maguey completo?

Si lo vende, ¿a cuánto lo da?

---

**ANEXO II. ENCUESTA SOBRE USO DEL *Agave potatorum* PARA LA ELABORACIÓN DE MEZCAL**

San Luis Atlotillán, Puebla

FECHA: \_\_\_\_\_

**I. DATOS GENERALES**

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

Escolaridad: \_\_\_\_\_

**II. EL OFICIO**

¿Cuánto tiempo tiene produciendo mezcal? \_\_\_\_\_

¿Quién le enseñó el oficio? \_\_\_\_\_

¿Trabaja solo o con peón? \_\_\_\_\_

¿Cuántos días los requiere? \_\_\_\_\_

¿Cuánto paga por día? \_\_\_\_\_

**III. EXTRACCIÓN DE MAGUEY**

¿Lo compra o lo colecta? \_\_\_\_\_

**COMPRA**

¿A quién lo compra? \_\_\_\_\_

¿A qué precio? \_\_\_\_\_

Cantidad que compra y frecuencia (veces por año):

\_\_\_\_\_

¿De dónde lo extraen los vendedores? \_\_\_\_\_

Si es de SLA, ¿en qué lugar lo cortan? \_\_\_\_\_

**RECOLECTA**

¿Existen reglas comunitarias para la recolección de "papalometl"?

\_\_\_\_\_

¿Existe una temporada para cortarlo?

\_\_\_\_\_

¿Cómo debe ser el maguey para cortarlo? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cuántas “piñas” colecta por día? \_\_\_\_\_

Tallas aproximada de las plantas: \_\_\_\_\_

¿Cómo lo corta? \_\_\_\_\_

¿Cómo lo transporta? \_\_\_\_\_

Costo \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_ transporte:

\_\_\_\_\_

Promedio de horas empleadas en cada colecta: \_\_\_\_\_

¿Nota diferencia entre la cantidad de papalometl antes y ahora?

\_\_\_\_\_

#### IV. PRODUCCIÓN DEL MEZCAL

¿Cada cuánto produce mezcal? \_\_\_\_\_

Número de horas-días empleados en una postura:

\_\_\_\_\_

¿Cuántas “piñas” requiere para cada “postura”? \_\_\_\_\_

¿Cuál es el rendimiento por esa cantidad de “piñas”? \_\_\_\_\_

¿Existen diferencias en la calidad del mezcal de una postura a otra?

\_\_\_\_\_

¿Entre una temporada y otra? \_\_\_\_\_

¿De qué cree que depende? \_\_\_\_\_

¿Existen reglas de calidad del producto? \_\_\_\_\_

¿Cómo regula los grados del mezcal con pesa licor o al “tanteo”?

\_\_\_\_\_

#### OTROS INSUMOS

##### LEÑA

Cantidad de leña requerida para una postura: \_\_\_\_\_

Composición de una carga de leña:

\_\_\_\_\_

¿De dónde proviene? \_\_\_\_\_

Si la compra, ¿cuánto cuesta la carga? \_\_\_\_\_

#### AGUA

¿De dónde proviene el agua? \_\_\_\_\_

Cantidad de agua empleada por postura: \_\_\_\_\_

¿Tiene problemas con el agua? \_\_\_\_\_

#### V. COMERCIALIZACIÓN

¿Dónde o a quién vende su mezcal?

\_\_\_\_\_

Precio del litro al mayoreo \_\_\_\_\_ menudeo \_\_\_\_\_

Temporada de mejores ventas: \_\_\_\_\_

Comentarios:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### ANEXO III. Información sobre unidades de producción.

Productor	Tiempo en el oficio	Lo enseñó	Posturas al año	Horno de tierra o recubierto	Cama hecha de...	Tarjas	Majado era o canoa y mazos	Montera barro o cobre
1.Carmelo Jinés -Maestro mezcalero, Guillermo García Rgz.	50 años, 30 con palenque	Padre	6	Recubierto	Gabazo	Tabicón y cemento	Mazos y canao	Cobre
2.Isidoro Geraldo	2 años	Solo	2	Tierra	Gabazo	Tabicón y cemento	Era	Barro
3.Lorenzo Mendoza	8 años	Un amigo	3	Tierra	Gabazo	Tabicón y cemento	Era	Barro
4.Gaudencio Sánchez	39 años, 17 con palenque	Padre y hermano	4-5	Tierra	Maguey de puya	Tabicón y cemento	Era	Barro
5.Luis Jinés	9 años	Padre	2-3	½recubierto	Gabazo	Tabicón y cemento	Era	Barro
6.Familia Ortega	Dos años	Madre, quien aprendió de su padre	8	½recubierto	Gabazo	Tabicón y cemento, tambos de plástico si hacen mucho	Canoa y mazos	Barro
7.Iovani Macedas	7 años	Padre y Lorenzo Mendoza	2 -3	Tierra	Gabazo	Tabicón y cemento	Era	Barro
8.Gustavo Hernández	2 años	Padre	2-3	Tierra	Gabazo	Tabicón y cemento	Era	Barro
9.Calixto García	58 años	Padre	5-6	½recubierto	Gabazo	Tabicón y cemento	Era	Cobre
10.Taurino García	8 años	Padre y abuelos	6	Recubierto	Gabazo	Tabicón y cemento	Canoa y mazos	Barro
11.Manuel Macedas, e hijos	55 años, 5 con palenque	Emilio Jorges de Oaxaca	4	Recubierto	Gabazo	Tabicón, piedra, cemento y barro	Era	Cobre
12.Jesús Hernández	15 años	Padre y abuelos	3	½recubierto	Gabazo	Tabicón y cemento	Era	Barro

### ANEXO IV. Insumos por unidad de producción.

Productor	posturas al año	Agaves por postura	Promedio de agaves al año	Cargas de leña por Postura	Cargas por año	Litros de agua por postura	Litros de agua por año	Mano de obra (peones)
1	6	300	1,800	16	96	1,500	9,000	4
2	2	175	400	13	26	600	1,200	1
* 3	3	275	825	12	36	600	1,800	1
4	4	200	900	16	64	800	3,200 4,000	2
5	3	60	210	7	21	500	1,000 1,500	2
6	8	325	2,400	11	88	600	4,800	2
* 7	2	200	800 1000	19	38	600	1,200 1,800	1
8	3	225	575	20	60	900	1,800 2,700	1
9	5	225	1,375	24	120	800	4,000 4,800	2
◆10	6	225	1,350	18	118	700	4,300	Trabaja para # 1
11	4	60	240	8	32	300	1,200	2
12	3	300	900	18	54	1,000	3,000	1
<b>Promedio Desv. Est.</b>	4 (±1.83)	214 (±85.5)	983 (±625.3)	15 (±5)	62 (±35)	617 (±268)	3,018 (±2,039)	1-2

\* Trabajan juntos.

◆ No ha trabajado en su palenque desde hace más de un año, trabaja para Carmelo Jinés.

**ANEXO V. Registros de *Agave potatorum* dentro de su rango de distribución a nivel nacional (CONABIO, 2007).**

Vegetación	Sitio	Coordenadas	Suelo	Especímenes	Autor
Encinar - matorral espinoso	Caltepec, Pue.	"- 97", "28", "45.0", "18", " 10", "5.0"	Café-rojizo, pedregoso	"IEB" "9671"	P. Tenorio L.
Matorral de Yuca	Tepeyahualco, Pue.	"- 97", "25", "36.0", "19", " 31", "42.0"	Lava volcánica	"IEB" "9672"	M. Cházaro B., P. Hernández de Ch.
	Uruapan, Pue.		Lava volcánica	"IEB" "142486"	M. Cházaro B., P. Hernández de Ch.
	Venta de San Andrés, Oax.			"IEB", "143551"	M. Cházaro B., et al.
Bosque de <i>Quercus</i>	San Marcos Arteaga, Oax	"- 97", "53", "53.12", "17", " 40", "51.85"	Roca caliza	"TEX", "000466 84"	A. García M.
Matorral rosetófilo <i>Dasyllirion</i> <i>Agave</i> <i>Arctostaphylos pungens</i> y <i>Quercus</i> .	Asunción Nochixtlán, Oax	"- 97", "7", "40.17", "17", " 28", "7.18"	Suelo calizo	"TEX", "000466 85"	A. García M.&L. de la Rosa
Matorral xerófilo	Nicolás Bravo, Oax.	"- 97", "24", "49.6", "18", " 42", "30.7"		"TEX", "000467 10"	M. Cházaro B.&B. L. Mostul
Bosque tropical caducifolio	Santo Domingo Tehuantepec, Oax.	"- 95", "18", "28", "16", "22 ", "52"		"MEXU", "4983 56"	R. Torres C., P. Tenorio L., C. Martínez R
	Pue.			"MO", "1772870 "	
				"MO", "1772872 "	
	Zapotitlán, Pue.			"MO", "2019783 "	Tenorio L. & C. Romero T.
	Tehuacán,			"MO", "2017979	Trelease

	Pue.			"	
	Tehuacán, Pue.			"MO", "2021513 "	Trelease
	Tehuacán, Pue.			"MO", "2020822 "	Trelease
	Tehuacán, Pue.			"MO", "2020165 "	Endlich
	Tehuacán, Pue.			"MO", "2019635 "	Endlich
	Tehuacán, Pue.			"MO", "2018886 "	Griffiths
	Tehuacán, Pue.			MO", "2018362"	Trelease
	Tehuacán, Pue.			"MO", "2017900 "	Trelease
	Miahuatlán, Oax.	"- 96", "48", "36", "16", "10 ", "48"		"MO", "1756543 "	Rafael Torres C. & A. Campos
	Caltepec, Pue.			"MO", "1756247 "	P. Tenorio L. & C. Romero de T.
	Tehuacán, Pue.			"MO", "3181059 "	J.N. Rose
	Tehuacán, Pue.			"MO", "3181061 "	Anónimo
	Palmar de Brvo, Pue.	"- 97", "27", "26", "18", "40 ", "12"		"MO", "2021515 "	A. García- Mendoza, S. Franco & A. Castañeda
	Tehuacán, Pue.			"MO", "2021320 "	Trelease
Oaxaca	Huajuapán, Oax.	"- 97", "40", "56", "18", "1" ", "52"		"MO", "2020167 "	. García- Mendoza, S. Franco & A. Castañeda
	Coixtlahuaca , Oax.	"- 97", "21", "2", "18", "5", " 1"		"MO", "3126384 ", "	A. García Mendoza & E. Solano
	Huajuapán, Oax.	"- 97", "40", "38", "18", "2" ", "5"		"MO", "3125952 "	A. García Mendoza & Eloy Solano

	Coixtlahuaca , Oax.	"- 97", "21", "2", "18", "5", " 1"		"MO", "3127809 "	García Mendoza & E. Solano
	Huajuapán de León, Oax.	"- 97", "44", "99", "17", "50 ", "99"		"MEXU", "1301 16"	Gentry, Howard, Scott
	San Juan Bautista Cuicatlán, Oax.	"- 96", "57", "99", "17", "34 ", "99"		"MEXU", "5207 41"	González Medrano, Francisco
	San Juan Bautista, Oax.	"- 96", "57", "99", "17", "48 ", "99"		"MEXU", "7076 4"	Miranda González, Faustino Antonio
	Santo Domingo Yanhuitlán, Oax.	"- 97", "20", "99", "17", "32 ", "99"		"MEXU", "4586 91"	Palma Cruz, Felipe
	Asunción Cuyotepeji, Oax.	"- 97", "41", "99", "17", "56 ", "99"		"MEXU", "8515 "	Quero Rico, Hermilo
	Tepelmeme, Oax.			"MEXU", "5111 88"	Tenorio Lezama, Pedro
	Teotitlán de Flores Magón, Oax.	"- 97", "3", "99", "18", "10" ", "99"		"MEXU", "4313 84"	Torres Colín, Rafael
	San Andrés Lagunas, Oax.	"- 97", "32", "99", "17", "33 ", "99"		"MEXU", "3408 90"	García Mendoza, Abisaf
	Santo Domingo Yanhuitlán, Oax.	"- 97", "23", "99", "17", "33 ", "99"		"MEXU", "2296 96"	Gentry, Howard Scott
	Villa Tejupam de la Unión, Oax.	"- 97", "36", "99", "17", "40 ", "99"		"MEXU", "2296 97"	Gentry, Howard Scott
	Santo Domingo Yanhuitlán, Oax.	"- 97", "23", "99", "17", "33 ", "99"		"MEXU", "1300 72"	Gentry, Howard Scott

	Oax.				
	San Jerónimo, Oax.	"- 96", "57", "99", "17", "20", "99"		"MEXU", "4195 12"	Lorence, David H.
	Asunción Nochixtlán, Oax.	"- 97", "13", "99", "17", "24", "99"		"MEXU", "5076 52"	Leuenberger, Beat Ernest
	Santiago Ihuitlán Plumas, Oax.	"- 97", "28", "99", "17", "56", "99"		"MEXU", "5512 21"	Tenorio Lezama, Pedro
	Tehuacán, Pue.	"- 97", "26", "99", "18", "24", "99"		"MEXU", "1160 53"	Gentry, Howard Scott
	Tehuacán, Pue.	"- 97", "26", "99", "18", "28", "99"		"MEXU", "8517 "	Ramírez Laguna, Antonio
	Chapulco, Pue.	"- 97", "23", "99", "18", "43", "99"		"MEXU", "5111 97"	Tenorio Lezama, Pedro
	Caltepec, Pue.	"- 97", "32", "99", "18", "9", "99"		"MEXU", "4253 48"	Tenorio Lezama, Pedro
	Chapulco, Pue.	"- 97", "23", "99", "18", "40", "99"		"MEXU", "1603 79"	Gentry, Howard Scott
	Distrito de Teposcolula Mixteca Alta,	"- 999", "99", "99", "99", "99", "9", "99", "22", "2", "1982", "		"CICY", "1517"	García- Mendoza
Encinar con juníperos	Santiago Iguitalán Plumas	"- 97", "28", "99", "17", "56", "99", "20", "9", "1991"			Tenorio Lezama, Pedro
Encinar muy perturbado	Santiago Matatlán, Oax.			"ARIZ", "22537 3"	S.C. Solano & M.A. Vara
	Izucar de Matamoros, Pue.			"ARIZ", "26592 1"	E.C. Ogden & C.L. Gilly
Matorral espinoso	Tehuacán-Zapotitlán,		Roca madre caliza	"ARIZ", "26592 2"	H.S. Gentry & A.S.

	Pue.				Barclay & J. Argüelles
Matorral espinoso	Zapotitlán, Pue.		Roca madre caliza	"ARIZ", "26592 3"	H.S. Gentry & A.S. Barclay & J. Argüelles
Palmar	Huajuapán, Oax.		Roca madre caliza	"ARIZ", "26592 4"	H.S. Gentry
Pastizal, con arbustos y agave.	Tejuapán, Oax.		Roca madre caliza	"ARIZ", "26592 5"	H.S. Gentry
Pastizal, con arbustos y agave.	Yanhuitlán, Oax.		Roca sedimentaria	"ARIZ", "26592 6"	H.S. Gentry
Pastizal, con arbustos y agave.	Yanhuitlán, Oax.			"ARIZ", "26592 7"	H.S. Gentry
Bosque deciduo mixto, perturbado	Ixtlán, Oax.			"ARIZ", "26592 8"	S. Gentry
Bosque deciduo mixto, perturbado	Ixtlán, Oax.			"ARIZ", "26592 9"	H.S. Gentry
Encinar	Mitla, Oax.		Pendiente con roca volcánica	"ARIZ", "26593 0"	H.S. Gentry
Bosque de <i>Pinus</i> - <i>Quercus</i>	Miahuatlán, Oax.			"ARIZ", "26593 1"	H.S. Gentry
Bosque de <i>Quercus</i> y <i>Pinus</i>	La Joya, Oax.			"ARIZ", "26593 2"	E.C. Ogden & C.L. Gilly
	Tehuacán, Pue.			"ARIZ", "26593 3"	H.S. Gentry
Bosque de <i>Quercus</i> , perturbado	Tehuantepec, Oax.			"ARIZ", "26593 7"	H.S. Gentry
Pastizal con	Tehuantepec,		Roca caliza	"ARIZ", "26593	H.S. Gentry

<i>Quercus</i>	Oax.			8"	
Encinar	Tehuantepec, Oax..			"ARIZ", "26593 9"	H.S. Gentry & M. Gentry
Encinar	Cameron, Oax.			"ARIZ", "26594 0"	H.S. Gentry & M. Gentry
Restos de palamar	Huajuapán, Oax.		Roca caliza	"ARIZ", "26594 1"	H.S. Gentry & M. Gentry

ANEXO VI. Disponibilidad promedio de individuos de *Agave potatorum* extraíbles, con base en los muestreos ecológicos.

<b>Sitio</b>	<b>Vegetación</b>	<b>Total individuos extraíbles por hectárea</b>
<b>Cerro Barranca de las Pilas</b>	Candelillar de <i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0
<b>Barranca de las Pilas</b>	Cardonal de <i>Mitrocereus fulviceps</i>	40
<b>El Machiche</b>	Matorral rosetófilo de <i>Dasyllirion serratifolium</i>	20
<b>El Machiche</b>	Matorral rosetófilo de <i>Dasyllirion serratifolium</i>	0
<b>Barranca de las Pilas</b>	Cardonal de <i>Mitrocereus fulviceps</i>	20
<b>Loma de Barranca de las Pilas</b>	Matorral de <i>Gochnatia - Dasyllirion</i>	0
<b>Xochiltepec</b>	Candelillar de <i>Euphorbia antisiphilitica</i>	20
<b>La Otatera</b>	Matorral de <i>Gochnatia</i>	5
<b>El Marral</b>	Matorral rosetófilo <i>Dasyllirion serratifolium</i>	0
<b>Cerro La Mesa</b>	Matorral rosetófilo <i>Dasyllirion serratifolium</i>	45
<b>Cerro la Mesa</b>	Matorral rosetófilo <i>Dasyllirion serratifolium</i>	10
<b>Arriba del Cerro la Mesa</b>	Matorral rosetófilo <i>Dasyllirion serratifolium</i>	0
<b>La mesa</b>	Matorral rosetófilo <i>Dasyllirion</i>	35

	serratifolium	
<b>La mesa</b>	Matorral rosetófilo <i>Dasyllirion</i> serratifolium	<b>10</b>
<b>La Mesa</b>	Matorral <i>Dasyllirion</i> <i>serratifolium</i>	<b>50</b>
<b>Por el Tocatín</b>	Chichipera	<b>20</b>
<b>Junto al Tocatín</b>	Chichipera	<b>10</b>
<b>Palo Solo 1</b>	Chaparral, Matorral rosetófilo	<b>20</b>
<b>Mesa Negra</b>	Izotal de <i>Beucarnea purpusii</i>	<b>5</b>
<b>Palo Solo 2</b>	Chaparral, Matorral rosetófilo	<b>5</b>
<b>Palo Solo 3</b>	Chaparral, Matorral rosetófilo	<b>0</b>
		<b>PROMEDIO=12</b> <b>individuos/hectáre</b> <b>a</b>