



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Naturales

Posgrado en Recursos Bióticos

**Estudio Poblacional Etnoecológico de Especies Selectas del Género *Agave*
Grupo *Salmianae* en la Sierra de “El Doctor”, Querétaro.**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

MAESTRO EN RECURSOS BIÓTICOS

Presenta

Lic. Alba Caiceros Gallegos

Santiago de Querétaro, Qro., Octubre 2010



Universidad Autónoma de Querétaro
 Facultad de Ciencias Naturales
 Maestría en Recursos Bióticos

Estudio Poblacional Etnoecológico de Especies Selectas del Género *Agave* Grupo *Salmiana* en la Sierra de "El Doctor", Querétaro.

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias

Presenta:

Alba Caiceros Gallegos

Dirigido por:

Dr. Humberto Suzán Azpiri

SINODALES

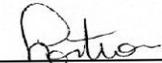
Dr. Humberto Suzán Azpiri
 Presidente


 Firma

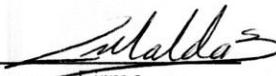
Dr. Luis G. Hernández Sandoval
 Secretario


 Firma

M. en C. Patricia Roitman Genoud
 Vocal

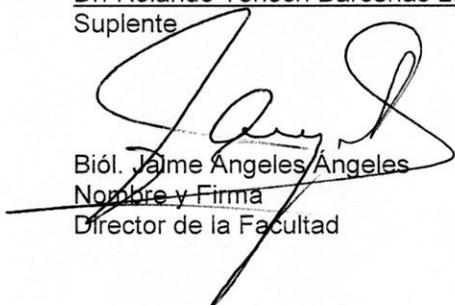

 Firma

Dra. Guadalupe Malda Barrera
 Suplente


 Firma

Dr. Rolando Tenoch Bárcenas Luna
 Suplente


 Firma


 Biól. Jaime Angeles Angeles
 Nombre y Firma
 Director de la Facultad


 Dr. Luis Hernández Sandoval
 Nombre y Firma
 Director de Investigación y
 Posgrado

Centro Universitario
 Querétaro, Qro.
 Octubre de 2010, México

RESUMEN

El maguey pulquero es un complejo de especies del género *Agave* que se le considera un recurso no maderable, es decir, una especie forestal no maderable (EFNM), el cual posee un manejo que depende tanto del ecosistema donde se encuentra como de las personas que lo aprovechan. Por lo tanto, este proyecto se enfocó en ciertos atributos de las poblaciones de maguey pulquero: la estructura, la distribución espacial, las asociaciones vegetales, las prácticas de manejo y los usos (productos). El trabajo que se presenta muestra un estudio del manejo de los magueyes pulqueros que se divide en dos capítulos. El primero, es un análisis de ecología de poblaciones de las especies de *Agave* pulquero encontradas en la Sierra de “El Doctor”, Querétaro. El segundo, es un estudio del manejo (etnoecología) del recurso donde se describen: las relaciones de usos, las relaciones de la tenencia de la tierra y el manejo que la población rural le da a los *Agaves* pulqueros de las localidades revisadas a partir del estudio ecológico. Para el análisis del estudio ecológico se estimaron: la distribución y asociación espacial local de los magueyes pulqueros y de la vegetación leñosa dentro de los cuadrantes establecidos (900 m²). A partir de los datos que arrojaron dichos cuadrantes se evaluó la estructura de la vegetación, la ordenación de la comunidad vegetal y la similitud entre sitios a través del Índice de Valor de Importancia (IVI). Por otro lado, el estudio etnoecológico se basó en el reconocimiento de las especies, subespecies y variedades de maguey pulquero (*Agave americana* L. var. *americana*, *Agave americana* L. (base de las espinas parecidas a *Agave salmiana* Otto ex Salm.), *Agave americana* L. var. *oaxacensis*, *Agave americana* L. x *Agave salmiana* Otto ex Salm., *Agave salmiana* Otto ex Salm. aff. ssp. *crassispina* Trel. Gentry, *Agave mapisaga* Trel., *Agave mapisaga* Trel. var. *mapisaga*, *Agave salmiana* Otto ex Salm var. *ferox* (Koch) Gentry, *Agave salmiana* Otto ex Salm. var. *salmiana*); levantamiento de entrevistas ($n = 22$) a profundidad a productores y/o raspadores de magueyes pulqueros y un análisis de frecuencia (histograma) de las tallas de los magueyes pulqueros analizados en la sección de ecología. Las entrevistas fueron enfocadas hacia el uso total de la planta, el manejo y la producción de los productos obtenidos a partir de los magueyes pulqueros; finalmente, se examinaron las relaciones de manejo, sus usos, las asociaciones con la tenencia de la tierra y la disposición espacial de los magueyes pulqueros. Los análisis mostraron que los *Agaves* pulqueros en la sierra de “El Doctor” poseen una tendencia a la agregación, y se encuentran disociados inter-específicamente (*Agave-Agave*). Las especies encontradas en la comunidad mostraron una baja diversidad ($n = 18$), las especies más representativas fueron los siguientes géneros: *Pinus*, *Quercus* y *Juniperus*. El IVI mostró que las especies de *Agaves* fueron, generalmente, los dominantes de cada parche de comunidad vegetal. Las tres intensidades de manejo fueron observadas en la ordenación de la vegetación (DECORANA) indicando la diferencia entre cada esfera. El HCA mostró que los sitios con intensidades de manejo se agruparon de acuerdo a su composición específica (e.g. H1 = H2). El estudio etnoecológico arrojó que el uso más demandado es la extracción de aguamiel para transformarlo en pulque. El tipo de tenencia puede influir en la intensidad de manejo en la que se encuentran los magueyes pulqueros puesto que el ejido, los bienes comunales y la propiedad privada permiten un manejo distinto de este recurso y sus productos. Hay mayor densidad de ellos en la zona conservada que pertenece a las zonas de bienes comunales, seguida de los cultivos que pertenecen a la propiedad privada. La producción de aguamiel por cada planta es de dos a seis meses. La extracción de los productos a partir del maguey pulquero es en su mayoría para autoconsumo y venta de excedentes (oferta y demanda baja).

Palabras clave: *Agave*, EFNM, manejo, pulque, Sierra de “El Doctor”

ABSTRACT

The maguey pulquero is a complex of species from the *Agave* genera, which is considered a Non-wood forest species (NWFS). It possesses a management that depends on the ecosystem where it inhabits, and of the people who use the biotic resource. Therefore, this study was focused on certain attributes of the maguey pulquero populations: the structure, the spatial distribution, the vegetal associations, the management practices, and its uses (products). The present project shows a research project which is divided in two chapters. The first one is a populations ecology analysis of the *Agave* pulquero species found at the sierra of “El Doctor”, Querétaro. The second is a description about the relationships between the uses, the land property, and the management which rural people give the *Agaves* pulqueros at the localities from the ecological study. In order to perform the ecological analysis it was estimated the following attributes: the spatial distribution and association of maguey pulquero species and the arboreal species of the plant community within the established 900 m² quadrants. From the data brought by the quadrant analysis it was evaluated the vegetation structure, the ordination of the plant community, and the similarities between localities through the Importance Value Index (IVI). On the other hand, the ethnecological study was based on the recognition of species, subspecies, and varieties of maguey pulquero (*Agave americana* L. var. *americana*, *Agave americana* L. (base de las espinas parecidas a *Agave salmiana* Otto ex Salm.), *Agave americana* L. var. *oaxacensis*, *Agave americana* L. x *Agave salmiana* Otto ex Salm., *Agave salmiana* Otto ex Salm. aff. ssp. *crassispina* Trel. Gentry, *Agave mapisaga* Trel., *Agave mapisaga* Trel. var. *mapisaga*, *Agave salmiana* Otto ex Salm var. *ferox* (Koch) Gentry, *Agave salmiana* Otto ex Salm. var. *salmiana*), on interviews ($n = 22$) to producers and/or “raspadores” of magueyes pulqueros. The interviews were focused on the total uses of the maguey plant, the management, and the production of the obtained products up from the magueyes pulqueros; finally, it was observed the relationships between practices of management, the land property and uses. The analysis showed that the *Agaves* pulqueros at the sierra of “El Doctor” possess a tendency to clustering, and have an interspecific dissociation (*Agave-Agave*). The found species at the community showed a low diversity ($n = 18$), the most representative species were from these genera: *Pinus*, *Quercus*, and *Juniperus*. The IVI showed that the *Agave* species were, generally, the dominant within each quadrant of the plant community. The management intensities were observed at the DECORANA analysis (ordination) indicating the difference between each sphere of management. The HCA showed that the localities of each management intensity were grouped according to their specific composition (*e.g.* H1 = H2). In the ethnoecological study it was found that the more demanded product was aguamiel extraction in order to transform it into pulque. The type of landholding can influence in the management in which are found the magueyes pulqueros. The aguamiel production for each plant can be for a two-six months period. The extraction of the maguey pulquero products is in its majority for self-consume and an incipient sale (low offer and demand).

Keywords: *Agave*, management, NWFS, pulque, Sierra of “El Doctor”

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a mi familia por el apoyo incondicional que siempre me dieron para emprender mis proyectos personales y profesionales. Mis papás y mi hermana, con los que por fortuna sólo estamos físicamente separados. Los quiero harto.

En segundo, le agradezco a las instituciones siguientes: al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por otorgarme la beca para realizar la maestría en Recursos Bióticos en la Universidad Autónoma de Querétaro. A la UAQ-Facultad de Ciencias Naturales por haberme aceptado e insertado a su programa de estudios de posgrado en Recursos Bióticos. Al Laboratorio de Ecología de la FCN que me integró a su espacio de trabajo haciéndome amena mi estancia, me sentí como en mi casa desde los bien merecidos regaños hasta los aplausos. Muchas gracias al herbario de la facultad, y al Biól. Alejandro Cabrera que amablemente me ayudó en la identificación de las especies del estudio.

Agradezco, igualmente, a mis profesores de posgrado y sobre todo a mis asesores por todo el apoyo y el conocimiento que me aportaron. Al Dr. Suzán, por dirigir esta tesis con fines “personales” (y es que, ¿a quién no le gusta el pulque?) y en general a ayudarme en asuntos administrativos que son un poco lentos. Al Dr. Luis Hernández, por echarme la mano con todo el conocimiento botánico y etnobotánico de los *Agaves* y de la vegetación en general, su apoyo y dirección han sido invaluable. A Pati Roitman por toda su ayuda en el tema social, fue una ayuda imprescindible para “ver” todo el proyecto desde una perspectiva más amplia y clara. A la Dra. Lupita Malda y al Dr. Rolando por su ayuda en mis consultas intermitentes y “tontas” a lo largo del posgrado y también del proyecto de tesis. Al Dr. Óscar García Rubio por su gran ayuda en todas mis dudas recurrentes y nuevas de la parte ecológica pero, sobre todo por ser un amigo, incluso con sus bromas sobre mi amplio conocimiento del pulque. Al Doc Aurelio por sus consejos, chascarrillos, el apoyo en las salidas de campo y su amistad. Al MVZ Élfego Hernández por su ayuda en la visión del campo queretano. Al prof. Joel Quesada por su ayuda en campo y sus opiniones.

A mis compañeros del posgrado, muchas gracias por su sincera amistad en los “atorones” existenciales de la maestría: Mon Figueroa, Pepe Gómez, Poncho “Colchón” Estrada, Krus, Kari, Yola, Cata, Almita. A todos mis compañeros y amigos que en alguna o varias ocasiones me acompañaron en el trabajo de campo: Brau, Moskita, Luz, Oscar, Dani, Axini, Hugo, Andrés, Jimmy, Ana C., Arturo “Lobo”, Cati, Abi, Víctor “Kiyaki” y Gustavo “Solar”.

Agradezco muchísimo a mi “nueva familia” urbana por compartir un hogar. Les agradezco a todos ustedes: mis “hijos” Pau y Memo, y al “jefe de la familia disfuncional” Teo. Por siempre estar ahí y enriquecernos todos los días. Los quiero carnales.

En fin, muchas gracias a todos los que hicieron posible el proyecto de esta tesis y la culminación de mis estudios de maestría.

ÍNDICE

RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPÍTULO 1: ESTUDIO ECOLÓGICO.....	xiii
1. Antecedentes: Los <i>Agaves</i> Pulqueros.....	1
1.1 Hipótesis.....	3
1.2 Objetivo General.....	3
1.3 Objetivos Específicos.....	3
2. Materiales y Métodos.....	4
2.1 Zona de Estudio.....	4
2.2 Categorías de Manejo.....	5
2.3 Distribución y Asociación Espacial Local.....	6
2.4 Estructura y Ordenación de la Vegetación.....	7
2.5 Análisis de Agrupamiento Jerárquico de la Vegetación.....	8
3. Resultados y Discusión.....	9
3.1 Distribución Espacial.....	9
3.1.1 Manejo <i>in situ</i>	13
3.1.2 Cultivos.....	14
3.1.3 Sitio conservado.....	14
3.2 Distribución Espacial de la Vegetación Representativa.....	15
3.2.1 Sitio Conservado.....	15
3.2.2 Manejo <i>in situ</i>	16
3.3 Asociación Espacial Local.....	17
3.3.1 Sitio Conservado.....	17
3.3.2 Manejo <i>in situ</i>	18
3.3.3 Cultivo.....	19
3.4 Estructura de la Vegetación.....	20
3.4.1 Manejo Incipiente (Sitio Conservado).....	21
3.4.2 Manejo <i>in situ</i>	22
3.4.3 Cultivos.....	23
3.5 Ordenación de la Vegetación.....	24
3.5.1 Análisis de Agrupamiento Jerárquico de la Vegetación.....	25
Referencias.....	27

CAPÍTULO 2: ESTUDIO ETNOECOLÓGICO: MANEJO DE LOS MAGUEYES PULQUEROS	xiv
1. Antecedentes.....	30
1.1 Localidades de la Zona de Estudio.....	30
1.1.2 Panorama de las localidades y tenencia de la tierra.....	33
1.2 Unidades de Estudio.....	36
1.2.1 Especies y variedades de maguey pulquero.....	36
1.2.2 Comunidades humanas (agrarias).....	37
2. Pregunta de Investigación y Objetivos.....	39
2.1 Pregunta de Investigación.....	39
2.1.1 Preguntas derivadas de la pregunta de investigación.....	39
2.2 Objetivo General.....	39
2.2.1 Objetivos Específicos.....	39
3. Método.....	40
3.1 Reconocimiento en campo de ecosistemas y variedades de maguey pulquero.....	40
3.2 Entrevistas: Reconocimiento de especies y variedades, usos, prácticas y producción de los magueyes pulqueros.....	40
3.3 Relación entre la intensidad de manejo y la clase ecológica de los magueyes pulqueros.....	41
4. Resultados.....	42
4.1 Reconocimiento de las especies y variedades de maguey pulquero.....	42
4.2 Usos de los <i>Agaves</i> pulqueros.....	43
4.3 Prácticas de manejo de los magueyes pulqueros.....	45
4.3.1 Trasplante de Plantas Jóvenes.....	46
4.3.2 Cuidado de la Planta en Crecimiento.....	46
4.3.3 “Castración” y Colecta de la Planta Madura.....	47
4.3.4 La “Raspada” (Colecta y Transporte de Aguamiel).....	47
4.3.5 Fermentación de Aguamiel.....	48
4.3.6 Calendario de manejo.....	48
4.3.7 Cultivos.....	50
4.3.8 Manejo <i>in situ</i>	50
4.3.9 Manejo incipiente.....	51
4.4 Descripción de la Producción de aguamiel, pulque y otros productos.....	52
4.4.1 Relación entre la producción y consumo de pulque.....	53
4.4.2 Consumo de pulque en la Sierra de “El Doctor”.....	53
4.5 Relación entre la intensidad de manejo y la clase ecológica de los magueyes pulqueros.....	54
5. Discusión.....	57
Referencias.....	61
Conclusiones Generales	64
APÉNDICE	66
APÉNDICE I.....	67
APÉNDICE II.....	69
ABREVIATURAS	70

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1: Estudio Ecológico

- Tabla 1.** Coordenadas geográficas para las poblaciones de *A. americana* y *A. salmiana* estudiadas. Los Hernández 1, Los Hernández 2 y Los Juárez son sitios que pertenecen a localidades que trabajan los *Agaves* bajo manejo *in situ*. EL DOCTOR y Chavarrías son sitios dentro de cultivos de traspatio. Sánchez-Maqueda pertenece a una localidad con poblaciones de *Agaves* con manejo incipiente, es decir, son parches de poblaciones consideradas conservadas.....5
- Tabla 2.** Comparación de datos de la distribución espacial y agregación en sitios donde *Agave americana* fue encontrada. Mapa de distribución espacial con datos significativos. I_a (Índice de agregación), P_a (Probabilidad del Índice de Agregación), V_j (Formación de Claros), V_i (Formación de Parches).....10
- Tabla 3.** Comparación de los datos de distribución espacial y agregación en sitios donde *A. salmiana* fue encontrado. Mapa de la distribución espacial de la especie con datos significativos. I_a (Índice de agregación), P_a (Probabilidad del Índice de Agregación), V_j (Formación de Claros), V_i (Formación de Parches).....11
- Tabla 4.** Comparación de datos de la distribución espacial y agregación en sitios donde *A. salmiana* var. *ferox* fue encontrado. Se muestran los mapas de distribución de la especie donde se encontraron datos significativos. I_a (Índice de agregación), P_a (Probabilidad del Índice de Agregación), V_j (Formación de Claros), V_i (Formación de Parches).....12
- Tabla 5.** *A. aff. salmiana* (10 formas morfológicas distintas). Se muestra el mapa de la distribución espacial de los morfotipos de *A. aff. salmiana*.....14
- Tabla 6.** Índice de Valor de Importancia de las especies determinadas en el sitio conservado (Sánchez-Maqueda). D (Densidad), D_r (Densidad relativa), F (Frecuencia), F_r (Frecuencia relativa), C (Cobertura), C_r (Cobertura relativa), IVI (Índice de Valor de Importancia).....21
- Tabla 7.** Índice de Valor de Importancia de las especies determinadas en Los Hernández 1. D (Densidad), D_r (Densidad relativa), F (Frecuencia), F_r (Frecuencia relativa), C (Cobertura), C_r (Cobertura relativa), IVI (Índice de Valor de Importancia).....22
- Tabla 8.** Índice de Valor de Importancia de las especies determinadas en Los Hernández 2. D (Densidad), D_r (Densidad relativa), F (Frecuencia), F_r (Frecuencia relativa), C (Cobertura), C_r (Cobertura relativa), IVI (Índice de Valor de Importancia).....22
- Tabla 9.** Índice de Valor de Importancia para las especies determinadas en Los Juárez. D (Densidad), D_r (Densidad relativa), F (Frecuencia), F_r (Frecuencia relativa), C (Cobertura), C_r (Cobertura relativa), IVI (Índice de Valor de Importancia).....23

Tabla 10. Índice de Valor de Importancia de las especies determinadas en localidad de cultivo: EL DOCTOR. D (Densidad), D_r (Densidad relativa), F (Frecuencia), F_r (Frecuencia relativa), C (Cobertura), C_r (Cobertura relativa), IVI (Índice de Valor de Importancia).....23

Tabla 11. Índice de Valor de Importancia de las especies determinadas en cultivo: Chavarrías. D (Densidad), D_r (Densidad relativa), F (Frecuencia), F_r (Frecuencia relativa), C (Cobertura), C_r (Cobertura relativa), IVI (Índice de Valor de Importancia).....24

CAPÍTULO 2: Estudio Etnoecológico: Manejo de los Magueyes Pulqueros

Tabla 1. Tipo de tenencia en la zona de estudio.....	33
Tabla 2. Tenencia de la tierra, usos de la tierra y densidad de magueyes pulqueros.....	
Tabla 3. Tipo de tenencia de la tierra en la zona de estudio.....	
Tabla 4. Densidad de las especies de <i>Agave</i> pulquero por localidad estudiada.....	40
Tabla 5. Nombres comunes de las partes de <i>Agave</i> pulquero.....	42
Tabla 6. Producción mensual y anual de pulque en la Sierra de “El Doctor”.....	50

APÉNDICE I

Tabla I. Base de datos de las hojas identificadas en las siguientes localidades pertenecientes a la Sierra de “El Doctor”. Las identificaciones se hicieron en dos intensidades de manejo: manejo *in situ* y cultivos.....58

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1: Estudio Ecológico

- Figura 1.** Mapa de las localidades estudiadas en la Sierra de “El Doctor”, Querétaro.....4
- Figura 2.** Manejo Intensivo (Cultivo): Chavarrías. Los parches (V_i 1.5) de este mapa de distribución se muestran en azul y los claros (V_j -1.5) en rojo. Los datos fueron significativos para las pruebas del SADIE en esta localidad. Hay parches marcados (esquina superior izquierda) mientras que hay otros que se conjugaron (zona baja) según este mapa de distribución para *A. americana*. Los ejes muestran las coordenadas.....10
- Figura 3.** Mapa de distribución espacial para una localidad bajo Manejo *in situ* (intermedio): Los Juárez. Los datos de distribución espacial fueron significativos en este sitio. En la imagen se muestran dos parches (V_i 1.5) en color azul de *A. salmiana* ambos parches se unen ligeramente. En rojo se muestran los claros (V_j -1.5). Los ejes muestran las coordenadas.....11
- Figura 4.** Mapas de Distribución Espacial Local para *A. salmiana* var. *ferox* en sitios de manejo *in situ* (intermedio): **a. H1. b. H2. c. J.** En color azul se muestran los parches (V_i 1.5) y en rojo los claros (V_j -1.5). Los ejes muestran las coordenadas.....13
- Figura 5.** Mapas de Distribución Espacial Local para *A. salmiana* var. *ferox* en los sitios de cultivo: **a. D. b. C.** El color azul muestra los parches (V_i 1.5) mientras que el color rojo los claros (V_j -1.5).....14
- Figura 6.** Mapa de distribución espacial en el *Sitio Conservado* (Manejo incipiente): **SM.** En color azul se muestran los parches (V_i 1.5) y en rojo los claros (V_j -1.5). Los ejes muestran las coordenadas.....15
- Figura 7.** Mapa de distribución espacial local de: **SM.** Distribución espacial de: **a. J. monosperma, b. P. cembroides.** Parches (V_i 1.5) en azul y claros (V_j -1.5) en rojo, uniformidad (valor cero) en violeta.....15
- Figura 8. a. Manejo *in situ*: H1.** Distribución espacial de *Juniperus flacida*. **b. Manejo *in situ*: H2.** Distribución espacial de *Baccharis conferta*. En color azul se muestran los parches (V_i 1.5) y en rojo los claros (V_j -1.5). Los ejes muestran las coordenadas.....16
- Figura 9.** Sánchez-Maqueda. Mapas de Asociación Espacial local entre: **a. A. salmiana** var. *ferox* x *J. monosperma* (X :-.1034, P : 0.8738), **b. A. salmiana** var. *ferox* x *P. cembroides* (X : -.3025, P : 0.9993). Las asociaciones positivas se encuentran en los tonos azules, mientras que en rojo están las asociaciones negativas (disociaciones).....17

Figura 10. Mapas de Asociación Espacial Local en: **Los Hernández 1.** **a.** *A. salmiana* x *A. salmiana* var. *ferox* ($X:-.2094$, $P:.5529$), **b.** *A. salmiana* x *J. flacida* ($X:-.0547$, $P:6524$). **Los Hernández 2.** Asociación local entre: **c.** *A. salmiana-ferox?* x *Quercus greggii* ($X:-.1440$, $P:9296$), **d.** *A. salmiana* x *B. conferta* ($X:-.0842$, $P:.7762$). **Los Juárez.** Asociación local entre: **e.** *A. salmiana* var. *ferox* x *P. cembroides* ($X:-.0612$, $P:.6763$), **f.** *A. salmiana* var. *ferox* x *J. monosperma* ($X:.1449$;, $P:.1431$).....18

Figura 11. . a. (D) EL DOCTOR. Asociación local entre: *A. salmiana* x *A. salmiana* var. *ferox* ($X:-.0870$, $P:.8385$). **(C) Chavarrías.** Asociación local entre: **b.** *A. americana* x *A. salmiana* var. *ferox* ($X:-.1209$, $P:.8823$), **c.** *A. americana* x *A. salmiana* ($X:-.0655$, $P:.6990$). En azul se presentan las posibles asociaciones.....19

Figura 12. DECORANA. Los datos de IVI fueron utilizados para este análisis de ordenamiento de la vegetación. *Eigenvalores*: (DCA1) 0.785, (DCA2) 2.669e-01, (DCA3) 5.02e-01, (DCA4) 4.419e-01. SM corresponde a Sánchez-Maqueda (sitio conservado); H1 (Los Hernández 1), H2 (Los Hernández 2), J (Los Juárez) que corresponden a sitios con manejo *in situ*; D y C corresponde a sitios de cultivo.....25

Figura 13. HCA: Análisis de Agrupamiento Jerárquico de las Comunidades Vegetales en las localidades estudiadas. **SM** pertenece a Sánchez-Maqueda zona conservada; **H1** corresponde a Los Hernández 1, **H2** a Los Hernández2 y **J** a Los Juárez localidades de manejo *in situ*; **C** se refiere a Chavarrías y **D** a EL DOCTOR, ambos sitios de cultivo (manejo intensivo).....27

CAPÍTULO 2: Estudio Etnoecológico: Manejo de los Magueyes Pulqueros

- Figura 1.** Mapa del municipio de Cadereyta de Montes donde se encuentra la zona de estudio, en el estado de Querétaro.....32
- Figura 2.** Mapa de la Sierra de “El Doctor”. Se muestran los puntos de campo donde se hicieron los muestreos de las poblaciones de especies de *Agave*, la vegetación, las localidades y, la delimitación política de la zona.....34
- Figura 3.** Usos (productos) relacionados con la fenología de los magueyes pulqueros en la Sierra de “El Doctor”. Una planta de *Agave* puede ser usado para la extracción de aguamiel durante dos a seis meses, el tiempo promedio que se indica en la figura es de cuatro meses, así que *e.g.* un maguey pulquero posee una duración de extracción de un tercio del año.....47
- Figura 4.** Diagrama de las prácticas de manejo de las especies de *Agave* pulquero en la Sierra de “El Doctor”. El diagrama está dividido en las tres intensidades de manejo encontradas en la zona de estudio: manejo incipiente, manejo *in situ* y manejo *ex situ* (cultivo).....49
- Figura 5.** Histogramas de frecuencia de la talla de los magueyes pulqueros evaluados bajo las tres intensidades de manejo encontradas. El eje *x* muestra la talla de los magueyes bajo cinco clases en un rango de valores 1-330 cm (0-66; 67-132; 133-198; 199-264; 265-330). El eje *y* presenta la frecuencia de los valores (0-100). Los incisos siguientes indican las especies de *Agave* pulquero bajo cultivo (C, D), manejo *in situ* (H1, H2, J) y manejo incipiente (SM): a) *Agave salmiana*, b) *A. salmiana* (10 formas), c) *A. salmiana* var. *ferox*, d) *A. americana*, e) *A. salmiana* ssp. *crassispina*.....52

INTRODUCCIÓN

Los *Agaves* son plantas americanas que poseen atributos ecológicos, culturales y económicos. Desde el punto de vista ecológico mantienen relaciones bióticas y abióticas en distintos ecosistemas, *e.g.* poseen propiedades de retención de suelos. Culturalmente, su uso tiene relevancia como una de las especies con valor cultural que se remonta a la época precolombina, *i.e.* aprovechamiento integral de la planta. Y, económicamente fue un recurso importante para la generación de ingresos en la zona de la Altiplanicie Mexicana.

El maguey pulquero es un complejo de especies del género *Agave* que se le considera un recurso no maderable, es decir una especie forestal no maderable (EFNM); el cual, posee un manejo que depende del ecosistema donde se encuentra y de los campesinos que lo aprovechan. El problema de estas plantas es su vulnerabilidad ante el aprovechamiento porque pueden convertirse en especies amenazadas o bajo algún riesgo debido a su falta de regulación y planes de manejo sostenibles. En las zonas de bienes comunales dentro de un ejido o comunidad no hay regulación en la extracción, por lo tanto, se desconoce si hay conservación de ellas.

Este proyecto se enfocó en algunos atributos de las poblaciones de maguey pulquero: la estructura, la distribución espacial y de tenencia de la tierra, las asociaciones vegetales, las prácticas de manejo y los usos (productos). Los *Agaves* evaluados se encuentran en la Sierra de “¹El Doctor”, Querétaro. Las intensidades de manejo encontradas por las cuales esta planta es aprovechada son tres: cultivo, manejo *in situ* y manejo incipiente. El análisis del manejo de las especies de *Agave* fue examinado desde dos puntos de vista: el ecológico y el etnoecológico.

Entonces, el estudio fue dividido en dos secciones: el estudio ecológico y el estudio etnoecológico. El estudio ecológico se refiere a la evaluación de las poblaciones de *Agave* mediante el análisis de la distribución y asociación espacial, la estructura y ordenación de la comunidad vegetal, y el análisis del agrupamiento de la vegetación. Por otra parte, el estudio etnoecológico indica el reconocimiento de las especies y/ o variedades de *Agave*, el sistema de manejo, las relaciones entre la tenencia de la tierra y las intensidades de manejo y los usos totales de la planta respecto a su morfología. Con base en lo anterior, la pregunta de investigación es la siguiente: ¿Cuál es la relación de manejo de los magueyes pulqueros respecto a la distribución de

¹ “El Doctor”, se refiere a la región de la Sierra donde se llevó a cabo el estudio.

las especies y los patrones de asociación con las especies leñosas?, ¿Habrá alguna relación con la tenencia de la tierra?

A pesar de la importancia del género *Agave* en la Sierra de “El Doctor”, en Querétaro el estudio de las especies sigue siendo incipiente. Este tipo de estudios permiten diseñar planes de manejo apropiados a las especies y a las personas. Esta es una justificación relevante para evaluar la distribución y el manejo de los magueyes pulqueros. Es por ello, que un análisis poblacional ecológico y etnoecológico de las especies de este género implicaría dar información a los usuarios y a la comunidad local. Igualmente, se podría proponer un plan de manejo de las poblaciones a partir de estos datos generales y preliminares. Finalmente, el estudio podría mostrar información que en análisis posteriores evalúen la variabilidad genética de los individuos con diferente grado de cultivo de las especies.

CAPÍTULO 1

ESTUDIO ECOLÓGICO

1. ANTECEDENTES: Los *Agaves* Pulqueros

Algunas especies del género *Agave*, son comúnmente llamados *Agaves* o magueyes pulqueros (Gonçalves de Lima, 1978). De éstas, se extraen los fluidos del xilema que es llamado aguamiel y, que a partir de su fermentación generan pulque, una bebida ligeramente alcohólica (Gentry, 1982). *Agave salmiana* Otto ex Salm. (maguey manso) es una de las especies de *Agave pulquero* más cultivada en la altiplanicie mexicana, incluyendo el estado de Querétaro (Parsons y Parsons, 1990; Gonçalves de Lima, 1978). Para la producción de bebidas fermentadas, también se han utilizado *A. americana* L., *A. atrovirens* y *A. mapisaga* Trel. (José Jacinto y García Moya, 2000).

Los *Agaves* fueron utilizados desde épocas prehispánicas como fuente primaria en la dieta de los indígenas (Gonçalves de Lima, 1978). Querétaro es uno de los estados centrales de México con producción importante de pulque (no hay datos actuales sobre su producción), aunque es menos conocida comparada con Hidalgo, Estado de México, Puebla y Tlaxcala (Parsons y Parsons, 1990; Escalante y Gosset, 2008).

Los *Agaves* silvestres en la Sierra de “El Doctor” en Querétaro se encuentran usualmente en bosques de *Juniperus*, *Pinus* y *Quercus* donde pueden estar en condiciones de manejo que suele llamársele *in situ* (Casas *et al.*, 1999; Casas *et al.*, 2007; Hernandez, 2000). Sin embargo, ciertas poblaciones de especies de *Agave* con mayor selección agrícola se encuentran en cultivos (Hernández-X, 1988). Algunas poblaciones de *Agaves* se encuentran como híbridos de *Agave americana* y *Agave salmiana* (*A. americana* L. x *A. salmiana* Otto ex Salm.), aunque su identificación resulta complicada sin la existencia de la inflorescencia a causa de la destrucción del mismo para la obtención de los fluidos del xilema.

La distribución de las plantas puede depender de la intensidad de manejo en que son sometidas (Schmitz *et al.*, 2007). En otros estudios forestales (Chumak *et al.*, 2005; Nagaike, 2009) trabajaron con dos categorías de manejo: zonas naturales o conservadas (no manejadas) y localidades con distintas intensidades de manejo. Chumak *et al.* (2005) mostraron que los sitios manejados y no manejados difirieron en la estructura de la vegetación y las prácticas de manejo. Sin embargo, Nagaike (2006) comparó tres situaciones de manejo en un bosque de coníferas en Japón; encontró que los cultivos de

larga rotación son útiles para retener tocones de gran tamaño para el manejo de cultivos ecológicamente sustentables; además, la composición específica y el tamaño de los tocones variaron dependiendo la intensidad de manejo de los cultivos. Por su parte, Casas *et al.* (2007) analizaron tres especies y para cada una identificaron tres intensidades de manejo en la vegetación forestal indígena de México: plantas bajo manejo incipiente, manejo *in situ* y cultivos (manejo *ex situ*). Ellos encontraron que en cada especie las diferencias morfológicas, fisiológicas y genéticas de los individuos de las poblaciones estudiadas están asociadas fuertemente a las intensidades de manejo. Los casos que analizaron en su estudio mostraron que la selección artificial asociada al manejo *in situ* ha tenido consecuencias significativas en los aspectos morfológicos, fisiológicos y genéticos de las poblaciones vegetales y que variaron respecto a la distancia geográfica (Casas *et al.*, 2007).

La distribución espacial de las poblaciones de las especies analizadas, *Agave americana*, *A. salmiana* y *A. salmiana* var. *ferox* (Koch) Gentry, aún no ha sido identificada. Es así que se enfocó en el efecto de la intensidad de manejo sobre la distribución espacial de los *Agaves* y vegetación leñosa de las comunidades bajo estudio. Por lo tanto, existe la oportunidad de entrever el comportamiento de las categorías de manejo de los magueyes pulqueros para una estrategia futura de la agricultura tradicional en la Sierra de “El Doctor”, Querétaro.

La unidad de análisis establecida para conocer la distribución espacial local de las especies de *Agave* encontradas fue el cuadrante. En esta unidad de análisis se identificaron y contabilizaron las especies de la vegetación leñosa (árboles, arbustos) con presencia de *Agaves*. La distribución espacial de las poblaciones y comunidades vegetales pueden ser evaluadas con la técnica SADIE creada por Perry (1999). SADIE (Análisis Espacial por Índices de Distancia) analiza el patrón espacial de los datos como conteos (números de plantas en los cuadrantes). Estima la agregación de los datos como parches o claros (Perry 1999; Perry *et al.*, 2002) y fue probado como una técnica por Zúñiga *et al.* (2005) para analizar los patrones de distribución de *Lophophora williamsii* y sus asociaciones con plantas nodrizas, por Sánchez-Gregorio (2008) al determinar la relación entre *Astrophytum kotschoubeyanus* y las condiciones ambientales en una zona árida de Querétaro, y por Solís-Gracia (2007) que analizó a la hemiparásita *Phoradendron californicum* y sus especies hospederas en el desierto Sonorense.

1.1 HIPÓTESIS

La distribución espacial de las especies de la comunidad será sensible al manejo de la zona de estudio. Por lo tanto, habrá asociaciones espaciales entre las especies de *Agave* y habrá asociaciones espaciales entre las especies de la comunidad.

La estructura de la vegetación será diferente dependiendo de las intensidades de manejo estudiadas.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Determinar la relación entre la intensidad de manejo y la distribución de las especies de *Agave* y su asociación con la vegetación leñosa en la Sierra de “El Doctor”, Querétaro.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Determinar la distribución y asociación espacial de poblaciones de *Agave americana*, *A. salmiana* y *A. salmiana* var. *ferox* bajo distintas categorías de manejo, empleando una técnica de análisis espacial.
2. Evaluar la estructura y ordenación de la comunidad vegetal incluyendo árboles y arbustos.
3. Analizar la similitud entre las intensidades de manejo de cada localidad estudiada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ZONA DE ESTUDIO

La Sierra de “El Doctor” forma parte de la Sierra Madre Oriental; pertenece al masivo calcáreo de Espolón-Cerro del Ángel que corresponde al Cretácico Inferior de acuerdo con Carrillo-Martínez (1981) encontrado al este-centro del estado de Querétaro. Su vegetación consiste en bosques de *Juniperus*, *Pinus* y *Quercus* (Hernández, 2000). El clima es C(w₂) que corresponde a templado subhúmedo con una temperatura anual de 14°C y una precipitación anual de 874.6 mm (Fernández-Nava y Colmenero Robles, 1997).

Este proyecto fue realizado en seis localidades de la Sierra de “El Doctor”, Querétaro (Tabla 1) en el periodo de mayo a noviembre de 2009. Se explican en el siguiente apartado dichas localidades.

2.1.1 Mapa de la zona de estudio localizada dentro del municipio de Cadereyta de Montes, Querétaro

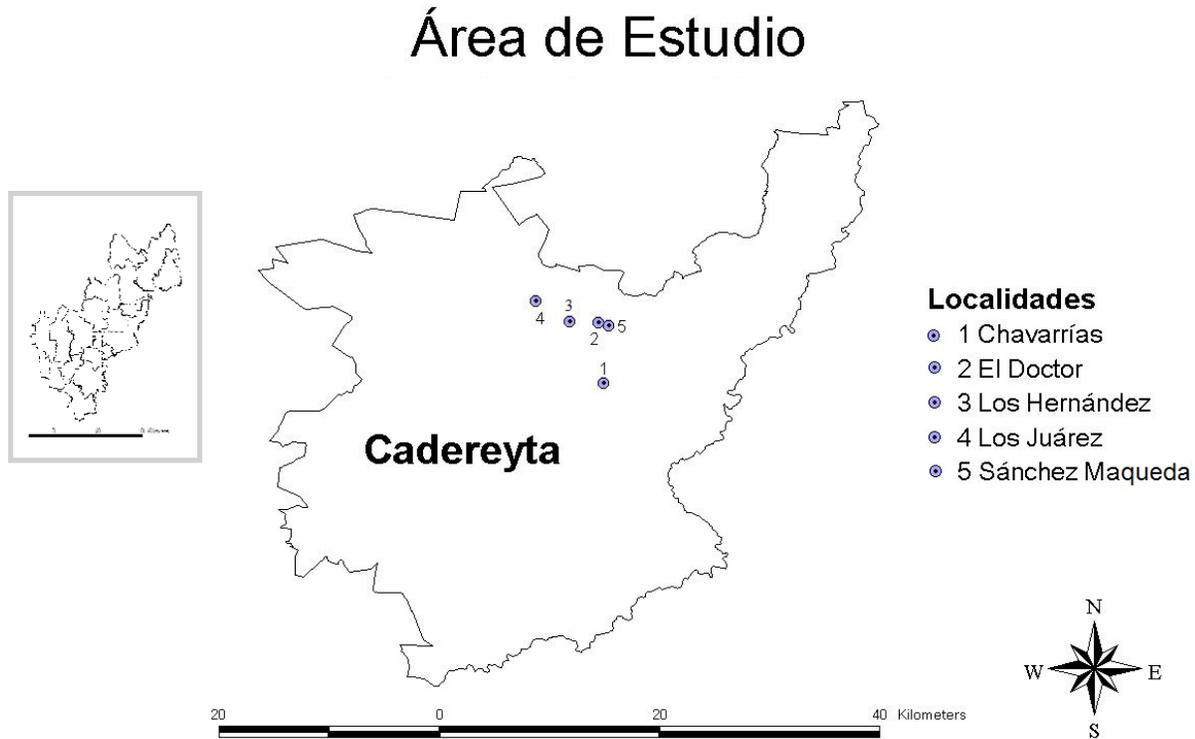


Figura 1. Mapa de las localidades estudiadas en la Sierra de “El Doctor”, Querétaro.

2.2 CATEGORÍAS DE MANEJO

Los criterios de cada categoría de manejo se definieron con base en el tipo de parches de poblaciones de *Agave* que se encontraron. Con base en la revisión hecha por Casas *et al.* (1999) donde indica que el área de poblaciones silvestres era delimitado por zonas de claros (cultivos, carreteras, o asentamientos humanos) circundantes a las poblaciones, mientras que la superficie de poblaciones manejadas *in situ* incluyeron zonas de recientes claros y campos agrícolas sin aprovechamiento. Se detectaron tres intensidades de manejo: 1. Manejo incipiente que corresponde a una zona conservada, 2. Manejo *in situ* que pertenece a sitios con intensidad de manejo intermedio donde la extracción de los productos es directo y, 3. Cultivos que se refiere al manejo intensivo (*ex situ*) donde los agricultores extraen los productos y los re-siembran. Sánchez-Maqueda es un sitio con manejo incipiente, es decir, que fue un lugar considerado como conservado por las características de la vegetación y los *Agaves*. Las

localidades pertenecientes a Los Hernández y a Los Juárez poseen parches de vegetación de especies de *Agave* con baja resiembra y poda, debido a ello el manejo de las poblaciones de *Agaves* es *in situ*. Finalmente, los sitios de Chavarrías y ¹EL DOCTOR son lugares de cultivo donde la vegetación dominante son los *Agaves*.

Tabla 1. Coordenadas geográficas para las poblaciones de *A. americana* y *A. salmiana* estudiadas. Los Hernández 1, Los Hernández 2 y Los Juárez son sitios que pertenecen a localidades que trabajan los *Agaves* bajo manejo *in situ*. EL DOCTOR y Chavarrías son sitios dentro de cultivos de traspatio. Sánchez-Maqueda pertenece a una localidad con poblaciones de *Agaves* con manejo incipiente, es decir, son parches de poblaciones consideradas conservadas.

Categoría de Manejo	Sitios	Clave	Latitud (N)	Longitud (W)	Altitud (msnm)
Manejo incipiente	Sánchez-Maqueda	SM	20°51'35.4''	99°37'38.6''	2885
Manejo intermedio	Los Hernández 1	H1	20°51'33.8''	99°36'15.7''	2925
Manejo intermedio	Los Hernández 2	H2	20°48'28.82''	99°35'51.25''	2973
Manejo intermedio	Los Juárez	J	20°52'35.0''	99°39'19.6''	2526
Manejo intensivo	Chavarrías	C	20°48'34.3''	99°36'01.3''	2839
Manejo intensivo	EL DOCTOR	D	20°92'01.8''	100°26'34.0''	2743

2.3 DISTRIBUCIÓN Y ASOCIACIÓN ESPACIAL LOCAL

La distribución espacial para las especies diana (*Agave americana*, *A. salmiana* y *A. salmiana* var. *ferox*) y asociadas fueron determinadas por cuadrantes de 900 m²; cada cuadrante fue subdividido en 100 cuadros de 3 x 3 m². Especies de árboles y arbustos fueron identificadas y cuantificadas en cada cuadro; para cada *Agave* fue determinado altura y diámetro. Para el estrato arbóreo y arbustivo se registraron altura y dos diámetros de cobertura de todos los individuos. Especímenes de herbario fueron colectados para cada especie detectada.

Con el fin de determinar la distribución y asociación espacial de los *Agaves* con la flora arbuscular, se determinaron y compararon sitios de cultivo, de manejo *in situ* y conservado con el método de Análisis Espacial por Índices de Distancia (SADIE, por sus siglas en inglés). SADIE es una técnica de presencia/ausencia de individuos dentro de una población (“Red-Blue Plots”) que cuantifica el patrón espacial de los datos en dos dimensiones con un índice de agregación (v_i , v_j) y una prueba aleatoria, donde los individuos están dispuestos en un arreglo uniforme (Perry *et al.*, 1999; Solís-Gracia, 2007).

¹ EL DOCTOR, se refiere a la localidad que pertenece a la Sierra de “El Doctor”.

Para el análisis de SADIE se utilizaron dos paquetes de software Sadie Shell versión 1.22 (2002), el cual calculó los datos para el análisis estadístico y, Surfer versión 8.0 (2002) que ordenó los datos evaluados por Sadie Shell en forma de gráficos, es decir, mapas tanto de distribución y asociación espacial local. El software de Sadie Shell calcula la distribución espacial de las especies con la distancia media hacia la regularidad sobre aleatorizaciones, el índice de agregación (I_a) y, el índice estandarizado de agrupamiento (*clustering*) v_i para parches y v_j para claros. Si $I_a > 1$ indica agrupamiento, $I_a = 1$ indica aleatoriedad, $I_a < 1$ indica regularidad. La probabilidad asociada de I_a se da por la hipótesis de una distribución aleatoria de las especies. Valores promedio de $v_i > 1.5$ indica parches, mientras que los valores promedio de $v_j < -1.5$ indican presencia de claros (Perry *et al.*, 1999; Zúñiga *et al.*, 2005). La medida de asociación espacial local (X) indica la probabilidad de algunas especies de encontrarse: asociadas (>0), disociadas (<0), o indiferentes entre sí ($= 1$), con una probabilidad $P < 0.025$ para la asociación y $P > 0.975$ para la disociación (Perry *et al.*, 1999; Perry *et al.*, 2002).

2.4 ESTRUCTURA Y ORDENACIÓN DE LA VEGETACIÓN

La estructura de la comunidad de árboles y arbustos fueron estimados mediante el cálculo del Índice de Valor de Importancia ($IVI = f_r + d_r + c_r$) x 100, donde (f_r) es la frecuencia relativa, (d_r) es la densidad relativa y (c_r) la cobertura relativa (Brower *et al.*, 1988). Una vez que se obtuvo el IVI, se empleó un Análisis de Correspondencia sin Tendencia (DECORANA: Detrended Correspondence Analysis) (Gauch, 1982). En este caso, se llevó a cabo un análisis de DECORANA para ubicar la estructura de la vegetación bajo los distintos escenarios de manejo.

DECORANA es un eigenanálisis donde se promedian de manera recíproca promedios de los gradientes de una dimensión evitando distorsiones de los datos mediante un alargamiento del arco en el segundo eje, mientras que en el primero las muestras se encuentran espaciadas uniformemente. Este análisis de correspondencia comienza con una matriz de n filas de muestras y p columnas de los taxones, cada muestra tiene asignado un puntaje. Los puntajes son calculados para cada taxón (y_j) y después calculados como un peso promedio, donde el valor de importancia de un taxón (aij) es multiplicado por el puntaje promedio, donde el valor de importancia de un taxón (aij) es multiplicado por el puntaje promedio y, estos son sumados entre todas las muestras y divididos por el valor de importancia de cada taxón (ecuación 1).

$$y_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}x_i}{a_{+j}}$$

Estos puntajes de los taxones se utilizan para calcular un nuevo grupo de muestras de puntajes siguiendo el mismo procedimiento de los valores de importancia, en el cual, el valor de importancia de un taxón se multiplica por el puntaje del taxón y más adelante son sumados todos los taxones y divididos por la abundancia total dentro de cada muestra. Los puntajes de las muestras se centran y estandarizan de manera que su promedio sea cero y la varianza uno. Este procedimiento se repite hasta que los puntajes se estabilizan.

El análisis de correspondencia sin tendencia comienza como un análisis de correspondencia tradicional. Después, sigue los pasos para evitar la distorsión y restablecer la escala de los ejes. Para evitar la distorsión divide el eje en un número arbitrario de segmentos del mismo tamaño. Dentro de cada segmento, los puntajes se convierten a un promedio de cero. Si el arco se presenta, lo convierte en una línea recta. El proceso de remover esta tendencia es sensible respecto al número de segmentos y el valor por *default* es 26. Para restablecer la escala R igualó el peso de la varianza del puntaje de los taxones a lo largo de los segmentos del eje (Holland, 2008).

2.5 ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO JERÁRQUICO DE LA VEGETACIÓN

El análisis de Agrupamiento Jerárquico de la Vegetación (HCA: Hierarchical Cluster Analysis) de PcOrd 5.10 es un método que aglomera datos, o en este caso, localidades. El HCA comienza combinando los dos sitios más similares entre sí y sus mínimas disimilitudes. Más adelante, combina grupos con grupos. El criterio de fusión varía. El eje vertical de las gráficas muestran los niveles de fusión. Una vez que la unión se completa (complete linkage) la última fusión combina los sitios más disímiles bajo la más alta disimilitud. La unión del promedio (Average linkage) genera fusiones entre puntos centrales del grupo y, sus niveles de fusión se encuentran entre los dos árboles previos. La disimilitud estimada entre dos puntos es el nivel donde se fusionan en un árbol (Oksanen, 2010). PcOrd 5.10 utiliza el método de Average Group linkage (Unión del Promedio Grupal) donde el promedio del grupo es evaluado. Así mismo, la medida de distancia que ocupa es la medida Euclidiana (Pitagórica).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

A continuación, se presentan los análisis de la distribución espacial para las especies diana (*Agaves*) y las especies leñosas de la comunidad vegetal. Las tablas muestran los datos obtenidos a partir de Sadie Shell. Los mapas de distribución espacial los generó el software Surfer.

Agave americana y *A. salmiana* son las especies presentes en la zona de estudio. *A. americana* sólo posee una subespecie en el área. Mientras que hay cuatro variantes (variedades o subespecies) de *A. salmiana*: *A. salmiana* Otto ex Salm. var. *salmiana*, *A. salmiana* Otto ex Salm. var. *ferox* (Koch) Gentry, *A. aff. salmiana* Otto ex Salm. var. *ferox* (Koch) Gentry o *A. aff. salmiana* Otto ex Salm. ssp. *crassispina* Trel. Gentry y, *A. aff. salmiana* Otto ex Salm. (con diez formas). *A. aff. salmiana* ssp. *crassispina* no se mencionó anteriormente debido a que se identificó a lo largo del estudio, *i.e.*, posteriormente a los supuestos del proyecto.

El I_a para los *Agaves* evaluados mostró una tendencia hacia una distribución agregada. Hay una distribución agregada similar entre sitios bajo manejo *in situ* y de cultivo. El índice v_i indica formaciones de parches para los *Agaves* con valores significativos. La distribución espacial muestra una tendencia agregada para la mayoría de las especies de *Agave* que el índice I_a presenta como >1 (Tabla 2: Chavarrías; Tabla 3: Los Juárez; Tabla 4). Por otro lado, el índice v_i muestra una mayor presencia de parches en la Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4, así como en las figuras 2, 3 y 4.

La tendencia natural de los *Agaves* a agregarse en parches es debido a su arquitectura modular (Davidse *et al.*, 1994). Por lo tanto, los campesinos mantienen una estructura similar en sus cultivos.

Tabla 2. Comparación de datos de la distribución espacial y agregación en sitios donde *Agave americana* fue encontrada. Mapa de distribución espacial con datos significativos. I_a (Índice de agregación), P_a (Probabilidad del Índice de Agregación), V_j (Formación de Claros), V_i (Formación de Parches).

Categoría	Sitios	I_a	P_a	V_j	P	V_i	P
<i>In situ</i>	Los Juárez	1.004	0.4234	-1.005	0.4038	1.04	0.3391
Cultivo	EL DOCTOR	0.76	0.9694	-0.76	0.9732	0.806	0.8957
Cultivo	Chavarrías	1.507	0.0068	-1.463	0.0103	1.364	0.02
	Σ	3.271	1.399	-3.228	1.387	3.21	1.255
	Promedio	1.090	0.466	-1.076	0.462	1.07	0.418
	DE	0.381	0.482	0.357	0.484	0.280	0.443

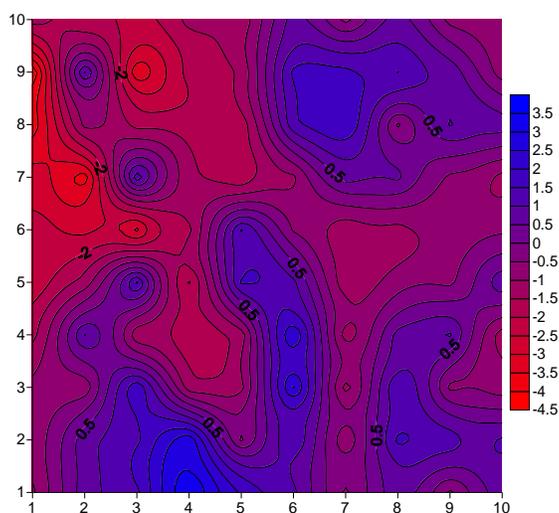


Figura 2. Manejo Intensivo (Cultivo): Chavarrías. Los parches (V_i 1.5) de este mapa de distribución se muestran en azul y los claros (V_j -1.5) en rojo. Los datos fueron significativos para las pruebas del SADIE en esta localidad. Hay parches marcados (esquina superior izquierda) mientras que hay otros que se conjugaron (zona baja) según este mapa de distribución para *A. americana*. Los ejes muestran las coordenadas.

Tabla 3. Comparación de los datos de distribución espacial y agregación en sitios donde *A. salmiana* fue encontrado. Mapa de la distribución espacial de la especie con datos significativos. I_a (Índice de agregación), P_a (Probabilidad del Índice de Agregación), V_j (Formación de Claros), V_i (Formación de Parches).

Categoría	Sitios	I_a	P_a	V_j	P	V_i	P
Manejo <i>in situ</i>	Los Hernández 1	0.885	0.7504	-0.848	0.8576	0.897	0.7391
Manejo <i>in situ</i>	Los Juárez	1.192	0.1255	-1.184	0.1309	1.228	0.0923
Cultivo	EL DOCTOR	0.885	0.7279	-0.888	0.7142	1.037	0.3426
Cultivo	Chavarrías	0.973	0.5003	-0.974	0.4956	1.043	0.3326
	Σ	3.935	2.104	-3.894	2.198	4.205	1.506
	Promedio	0.984	0.526	-0.973	0.549	1.051	0.376
	DE	0.145	0.289	0.149	0.316	0.136	0.268

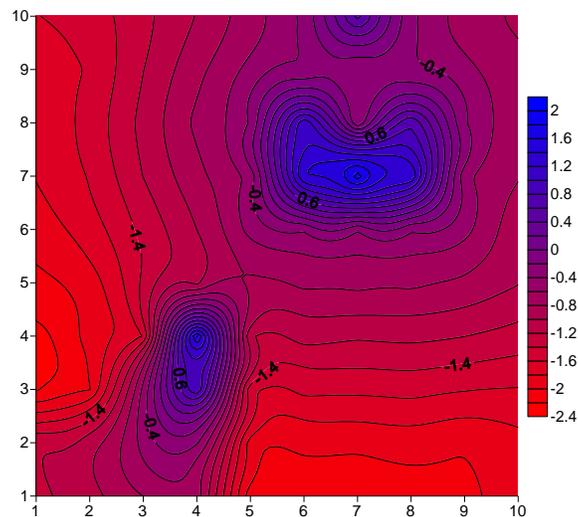


Figura 3. Mapa de distribución espacial para una localidad bajo Manejo *in situ* (intermedio): Los Juárez. Los datos de distribución espacial fueron significativos en este sitio. En la imagen se muestran dos parches (V_i 1.5) en color azul de *A. salmiana* ambos parches se unen ligeramente. En rojo se muestran los claros (V_j -1.5). Los ejes muestran las coordenadas.

Agave salmiana var. *ferox* muestra en la tabla 4 (Los Hernández 1, Los Hernández 2, Los Juárez y en Chavarrías) una distribución agregada en parches y con mayor dominancia en el muestreo (debido a la abundancia en rametos). Debe existir una razón por la cual ocurra este fenómeno en las áreas manejadas, puede deberse a la densidad de rametos (*i.e.* hijuelos) en cada población de especies de *Agave* y los campesinos lo prefieran de ese modo. Con respecto a *A. americana* (Tabla 2) es la especie menos popular (abundancia) entre los cuadrantes estudiados. *A. americana* aparece en tres localidades dos de cultivo y uno de manejo *in situ*. Sus datos sólo son significativos ($P < 0.05$) en el cultivo de traspatio en Chavarrías; lo cual implica otro tipo de preferencia de los campesinos por esta especie que puede deberse a un menor aprovechamiento (extracción) del recurso o de apreciación. En los demás cuadrantes no aparece porque de manera natural es menos abundante.

Tabla 4. Comparación de datos de la distribución espacial y agregación en sitios donde *A. salmiana* var. *ferox* fue encontrado. Se muestran los mapas de distribución de la especie donde se encontraron datos significativos. I_a (Índice de agregación), P_a (Probabilidad del Índice de Agregación), V_j (Formación de Claros), V_i (Formación de Parches).

Categoría	Sitios	I_a	P_a	v_j	P	v_i	P
Manejo <i>in situ</i>	Los Hernández 1	1.501	0.008	-1.496	0.0082	1.40	0.028
Manejo <i>in situ</i>	Los Hernández 2	1.773	0.0003	-1.689	0.0007	1.61	0.0005
Manejo <i>in situ</i>	Los Juárez	1.268	0.0622	-1.265	0.0667	1.27	0.0475
Cultivo	EL DOCTOR	1.169	0.1544	-1.167	0.1668	1.05	0.3354
Cultivo	Chavarrías	1.546	0.0038	-1.499	0.0087	1.41	0.0145
	Σ	8.506	0.3031	-8.3	0.3706	7.95	0.5216
	Promedio	1.417	0.051	-1.383	0.062	1.32	0.087
	DE	0.229	0.060	0.209	0.069	0.19	0.126

3.1.1 Manejo *in situ*

La Fig. 4 muestra los mapas de distribución de la especie *A. salmiana* var. *ferox*. El inciso a. se refiere a H1 (Los Hernández 1), H2 (Los Hernández 2) y J (Los Juárez). Los tres mapas muestran una tendencia a una distribución agregada (parches). *A. salmiana* var. *ferox* es una variedad con mayor dominancia en Los Juárez, esto se puede deber tanto a un menor porcentaje en pedregosidad en comparación con H1 y H2.

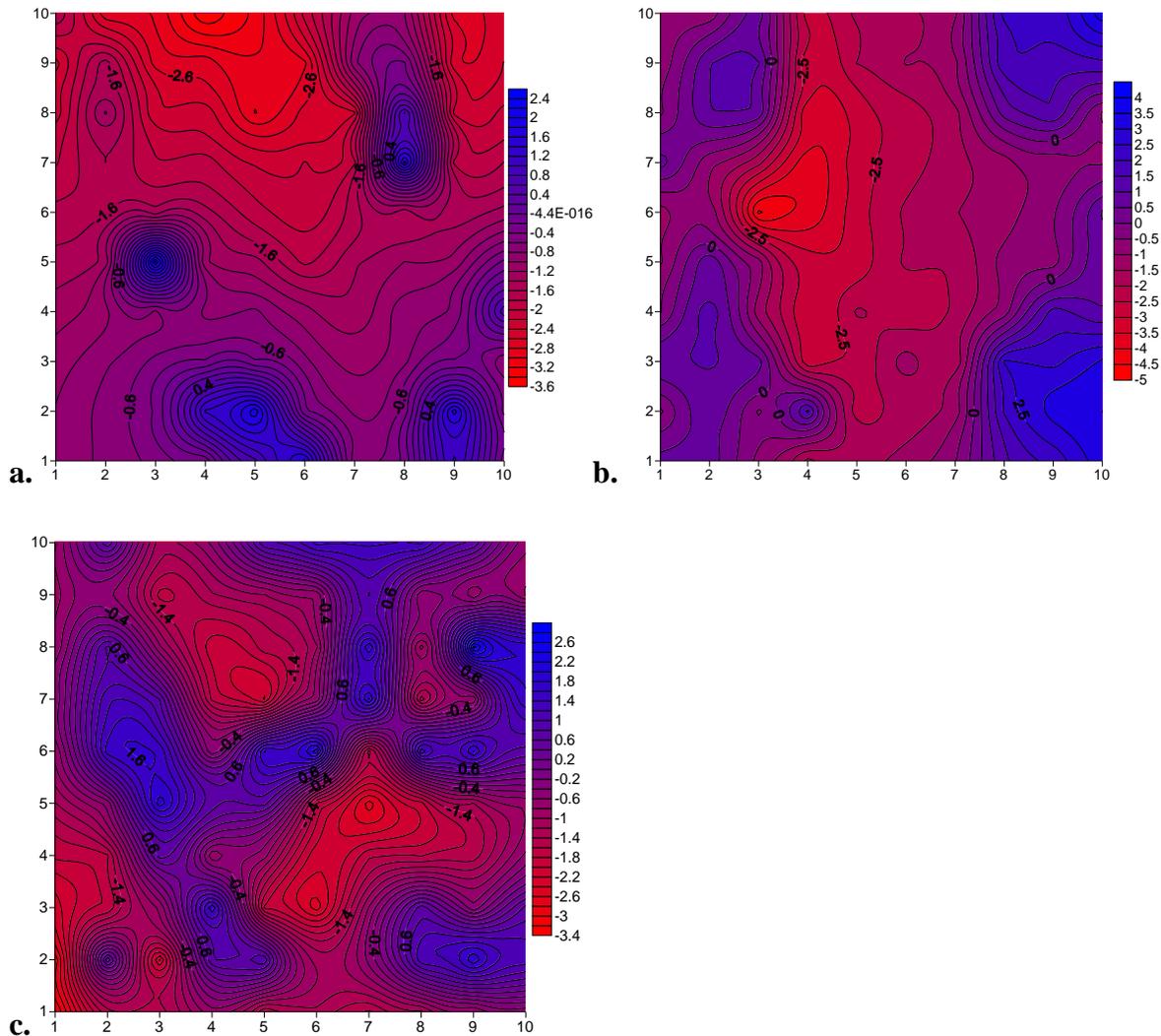


Figura 4. Mapas de Distribución Espacial Local para *A. salmiana* var. *ferox* en sitios de manejo *in situ* (intermedio): **a.** H1. **b.** H2. **c.** J. En color azul se muestran los parches ($V_i < 1.5$) y en rojo los claros ($V_j > 1.5$). Los ejes muestran las coordenadas.

3.1.2 Cultivos

La distribución espacial de *A. salmiana* var. *ferox* en **a. (D) EL DOCTOR** y **b. (C) Chavarrías** muestra una distribución agregada, es decir, en parches que muestran en la figura 5 en color azul. Mientras que en D se observa una preferencia por esta variedad de *A. salmiana* en C es menor la abundancia de parches. La preferencia por cada especie o variedad puede ser específica de cada productor de aguamiel y pulque.

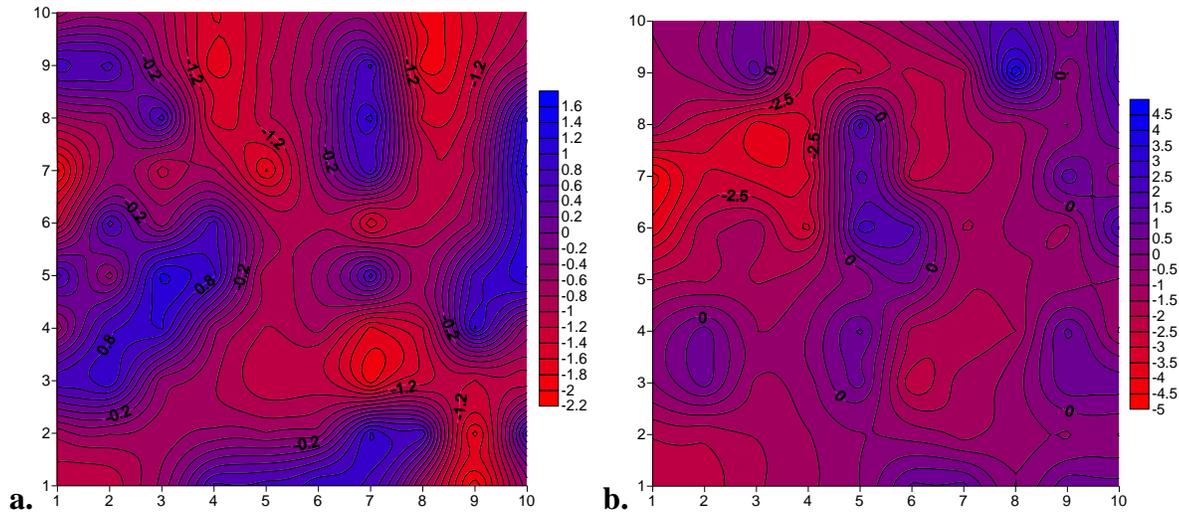


Figura 5. Mapas de Distribución Espacial Local para *A. salmiana* var. *ferox* en los sitios de cultivo: **a. D.** **b. C.** El color azul muestra los parches (V_i 1.5) mientras que el color rojo los claros (V_j -1.5).

3.1.3 Sitio Conservado

La tabla 5 muestra que la especie *A. aff. salmiana* presenta una distribución espacial agregada. Estas diferencias morfológicas de la especie sólo se encontraron en el sitio conservado. Esto mostró variación en una sola especie a comparación de los demás sitios estudiados. La figura 6 muestra los parches conjugados en violeta donde las diez morfoespecies de *A. aff. salmiana* se presentan. Esto puede implicar que ha habido una baja intensidad de manejo humano en esta zona, ya que la planta ha persistido con variaciones morfológicas que no se encuentran en las otras localidades estudiadas. En esta área sería importante llevar a cabo un estudio de genética de poblaciones para identificar las posibles variedades de *A. salmiana*.

Tabla 5. *A. aff. salmiana* (10 formas morfológicas distintas). Se muestra el mapa de la distribución espacial de los morfotipos de *A. aff. salmiana*.

Categoría	Sitio	I_a	P_a	v_i	P	v_i	P
Conservado	SM	1.249	.0744	1.196	.0957	-1.184	.1195

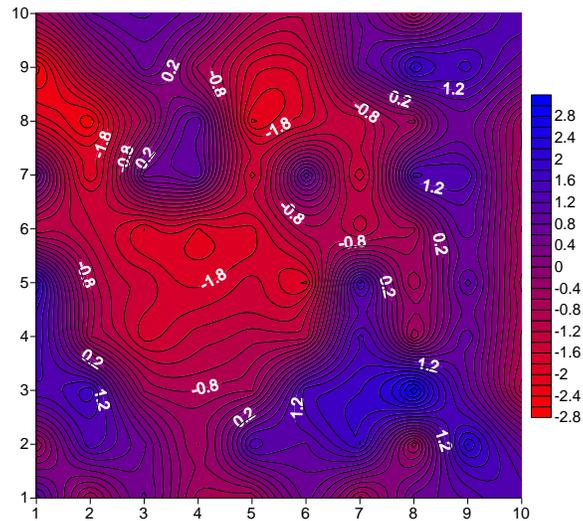


Figura 6. Mapa de distribución espacial en el *Sitio Conservado* (Manejo incipiente): **SM**. En color azul se muestran los parches (V_i 1.5) y en rojo los claros (V_i -1.5). Los ejes muestran las coordenadas.

3.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE VEGETACIÓN REPRESENTATIVA

3.2.1. *Sitio Conservado*

La figura 7 muestra dos mapas de distribución espacial. El inciso **a.** representa a *Juniperus monosperma* y **b.** a *Pinus cembroides*. Ambas especies arbóreas poseen una distribución en parches. *P. cembroides* muestra una distribución más amplia que *J. monosperma*. La especie dominante es *P. cembroides* y *J. monosperma*, al parecer, no compite con ella debido a su baja abundancia. *Pinus cembroides* no posee parches bien marcados (en azul, sino más bien violeta), por el contrario de *J. monosperma* que los tiene definidos, se observan siete individuos en este cuadrante de la comunidad. Ambas especies son representativas del sitio conservado poseyendo una abundancia en hojarasca (materia orgánica) que puede contribuir a la fertilidad del suelo en esta zona.

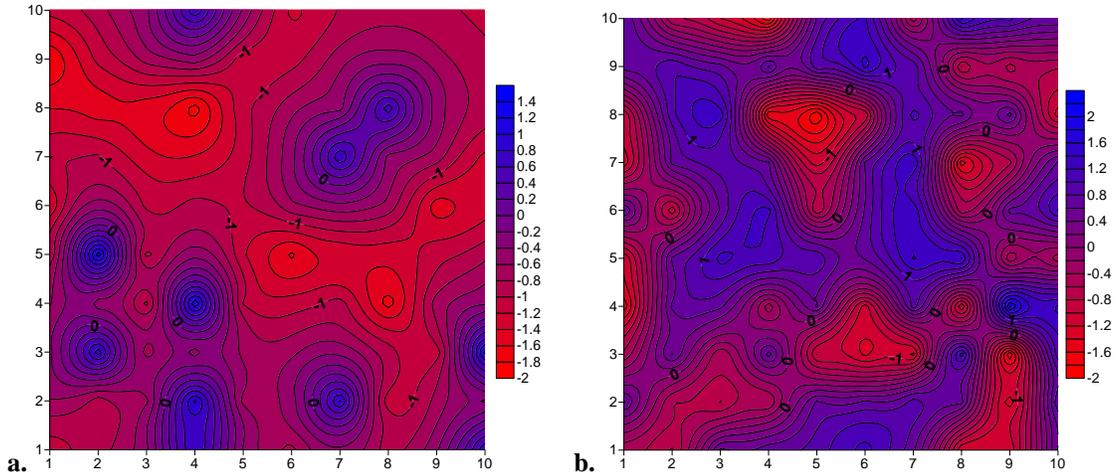


Figura 7. Mapa de distribución espacial local de: SM. Distribución espacial de: **a.** *J. monosperma*, **b.** *P. cembroides*. Parches (V_i 1.5) en azul y claros (V_j -1.5) en rojo, uniformidad (valor cero) en violeta.

3.2.2. Manejo *in situ*

La figura 8 muestra dos mapas de distribución espacial. Ambas especies muestran una tendencia a la agregación. Mientras que *Juniperus flacida* (a.) se observa en grupos de parches (azul), *Baccharis conferta* (b.) se muestra dispersa. Debido a la alta pedregosidad los árboles de la especie *J. flacida* se establecieron dispersos entre la comunidad. *B. conferta*, al ser una especie arbustiva pudo desarrollarse en una zona más amplia, ya que además el sitio posee un menor porcentaje de pedregosidad en comparación de H1.

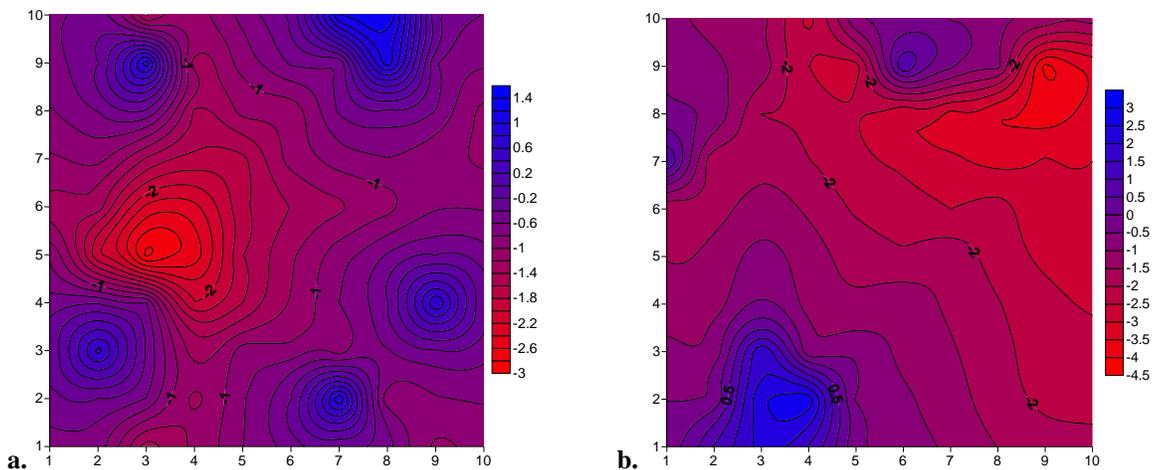


Figura 8. a. Manejo *in situ*: H1. Distribución espacial de *Juniperus flacida*. **b.** Manejo *in situ*: H2. Distribución espacial de *Baccharis conferta*. En color azul se muestran los parches (V_i 1.5) y en rojo los claros (V_j -1.5). Los ejes muestran las coordenadas.

3.3 ASOCIACIÓN ESPACIAL LOCAL

En esta sección se mostrarán los mapas de asociación espacial local entre las especies de *Agave* y las demás especies vegetales de la comunidad. La asociación local (X) muestra que las especies de *Agave* se encuentran disociadas o poseen la tendencia para disociarse entre ellas. Ello implica la baja o nula competencia entre las especies por nutrientes o en este caso por espacio (Maestre, 2002). De hecho, resalta este suceso puesto que el manejo de la tierra implica una disposición diferente de las especies de su hábitat natural. Los cuadrantes estudiados son distintos de las áreas conservadas, tabla 5, no manejadas que pertenecen al bosque templado.

3.3.1. Sitio Conservado

En la figura 9, inciso a) *A. aff. salmiana* muestra una tendencia a la disociación con *Juniperus monosperma*. En comparación, en el inciso b) *A. aff. salmiana* muestra también una tendencia a la disociación con *Pinus cembroides*. En ambos casos, la especie de *Agave* es neutra en espacio con las dos especies arbóreas representativas. Por lo tanto, se podría confirmar que estas especies no compiten por recursos y/ o espacio físico (Maestre, 2002).

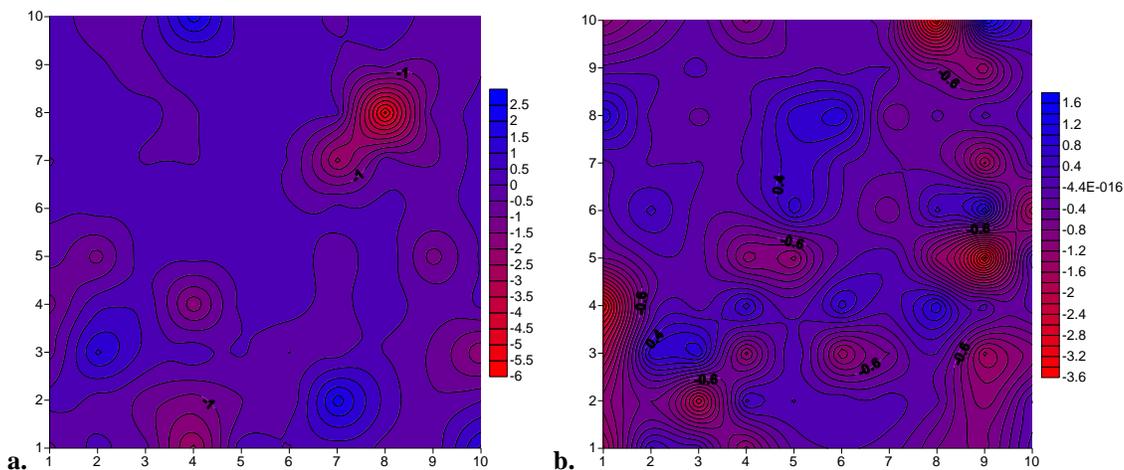
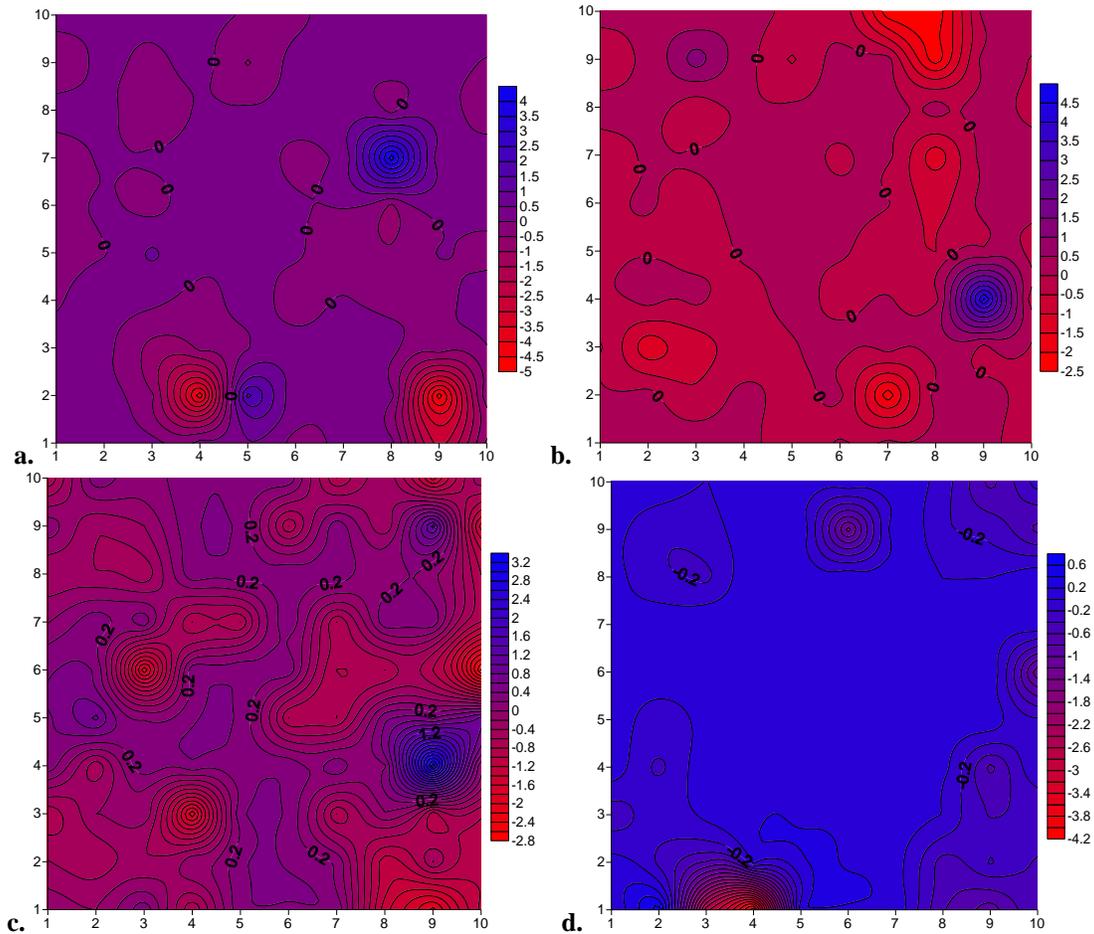


Figura 9. Sánchez-Maqueda. Mapas de Asociación Espacial local entre: **a.** *A. salmiana* var. *ferox* x *J. monosperma* (X :-.1034, P : 0.8738), **b.** *A. salmiana* var. *ferox* x *P. cembroides* (X : -.3025, P : 0.9993). Las asociaciones positivas se encuentran en los tonos azules, mientras que en rojo están las asociaciones negativas (disociaciones).

3.3.2. Manejo in situ

La figura 10 muestra el análisis de las posibles asociaciones entre dos especies de las localidades siguientes: H1, H2 y J. Se evaluaron las especies de *Agave* entre sí (e.g. *A. salmiana* x *A. salmiana* var. *ferox*) y una especie de *Agave* con una especie arbórea dominante (e.g. *A. salmiana* var. *ferox* x *P. cembroides*).

Los incisos **a.** a **e.** muestran tendencias a la disociación, mientras que el inciso **f.** presenta una posible asociación entre *A. salmiana* var. *ferox* y *J. monosperma*. Las especies de *Agave* no son excluyentes entre sí, al igual que estas especies con las demás especies arbustivas y arbóreas de la comunidad. Al igual que en el sitio conservado, las especies bajo manejo *in situ* poseen una dinámica de distribución espacial neutra, es decir, sin competencia.



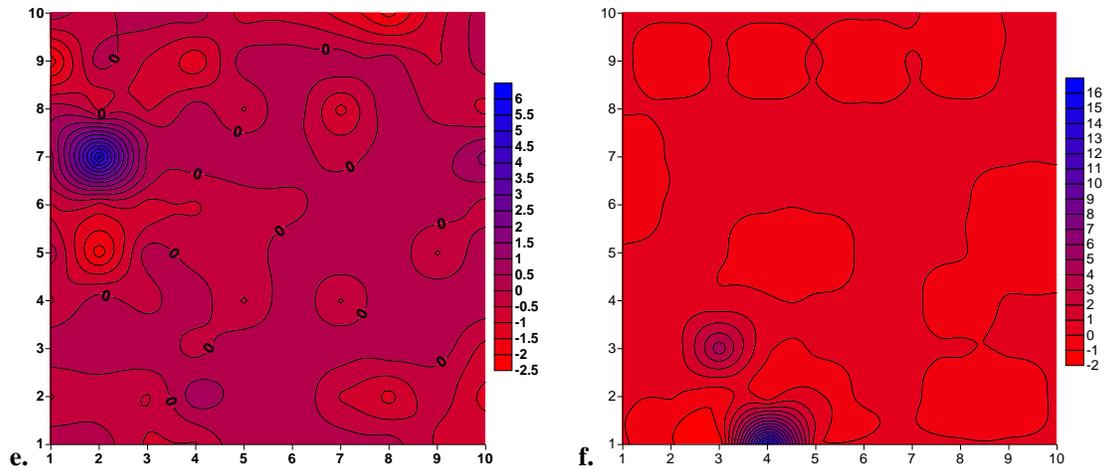


Figura 10. Mapas de Asociación Espacial Local en: **H1.** **a.** *A. salmiana* x *A. salmiana* var. *ferox* ($X: -.2094$, $P: .5529$), **b.** *A. salmiana* x *J. flacida* ($X: -.0547$, $P: .6524$). **H2.** Asociación local entre: **c.** *A. salmiana* x *Quercus greggii* ($X: -.1440$, $P: .9296$), **d.** *A. salmiana* x *B. conferta* ($X: -.0842$, $P: .7762$). **J.** Asociación local entre: **e.** *A. salmiana* var. *ferox* x *P. cembroides* ($X: -.0612$, $P: .6763$), **f.** *A. salmiana* var. *ferox* x *J. monosperma* ($X: .1449$; $P: .1431$).

3.3.3. Cultivo

En esta figura 11 se muestran los análisis de las posibles asociaciones encontradas en los sitios de cultivo de D (EL DOCTOR) y C (Chavarrías). Se evaluaron las especies de *Agave* dominantes: *A. americana*, *A. salmiana* y *A. salmiana* var. *ferox*. En este caso, existen disociaciones, en rojo, entre las tres especies de *Agave*. En el caso de D, tanto *A. salmiana* como *A. salmiana* var. *ferox* se encuentran sembradas en baja abundancia. Además, al ser especies cultivadas los productores le pueden otorgar una jerarquía a cada una.

En C e.g. *A. americana* fue la especie dominante de *Agave* en esta localidad; se encuentra disociada de *A. salmiana* y *A. salmiana* var. *ferox*, mostrando que *A. americana* es una especie más exitosa en cuanto a ganancia de espacio y posiblemente de recursos también. Puede resultar una contradicción que la disociación espacial entre *A. americana* con *A. salmiana* y *A. salmiana* var. *ferox* sea de competencia por los recursos. Sin embargo, espacialmente esto es lo que se observa y se puede inferir.

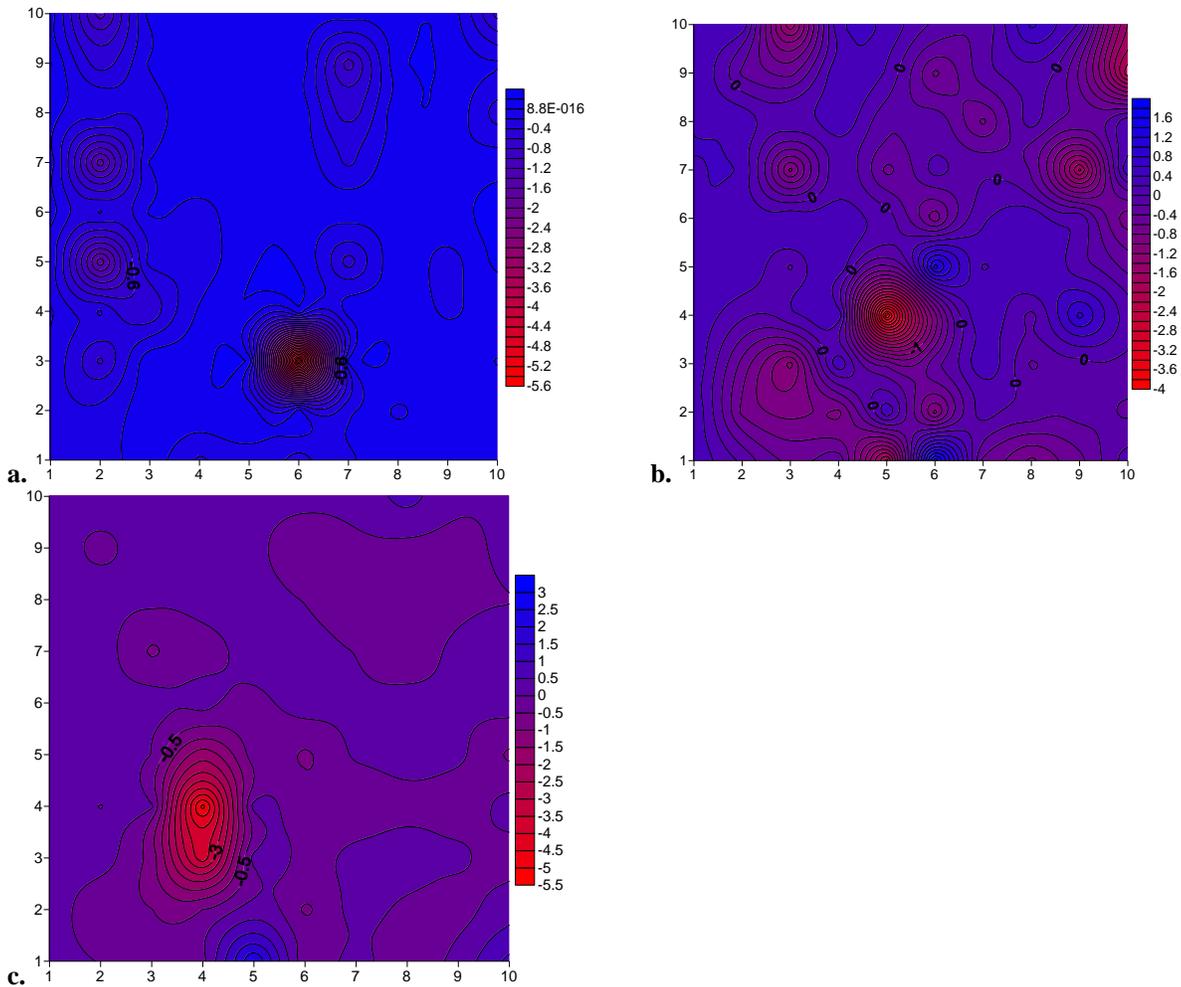


Figura 11. Mapas de Asociación Local. **a. (D) EL DOCTOR.** Asociación local entre: *A. salmiana* x *A. salmiana* var. *ferox* ($X:-.0870$, $P:.8385$). **(C) Chavarrías.** Asociación local entre: **b.** *A. americana* x *A. salmiana* var. *ferox* ($X:-.1209$, $P:.8823$), **c.** *A. americana* x *A. salmiana* ($X:-.0655$, $P:.6990$). En azul se presentan las posibles asociaciones.

3.4 ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

La estructura de la vegetación fue determinada mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI). El IVI se compone de tres factores: la densidad, la frecuencia y la cobertura en una comunidad vegetal. Para obtener dicho IVI se suman los tres componentes de manera relativa y se multiplican por 100. Por lo tanto, $IVI = (D_r + F_r + C_r) \times 100$.

En el área de estudio se encontró una baja diversidad de especies ($n = 18$). La vegetación predominante después de las especies de *Agave* bajo el esquema de manejo *in situ* fueron bosques de *Pinus cembroides* (IVI promedio 86.62) combinados con *Quercus greggii* y/ o *Juniperus*. Igualmente, se

encontraron las siguientes especies arbóreas pertenecientes al bosque templado con un menor IVI: *J. flacida* (14.97 promedio de cuatro sitios), *J. monosperma* (42.56 promedio de dos sitios) y, *Q. greggii* (25.77 promedio de tres sitios).

En el manejo *in situ* (H1, H2, J, tablas 7, 8 y 9) no se localizaron híbridos. Mientras que en el sitio conservado, es decir, con manejo incipiente (SM, tabla 6) fue donde se encontró la mayor abundancia de híbridos (*A. salmiana* 10 formas); estos híbridos de *Agave salmiana* fueron localizados bajo diez formas morfológicas distintas entre sí. Por lo tanto, la diversidad morfológica y genética está asociada a las zonas silvestres que a las de manejo; posiblemente porque en las de manejo se seleccionan a aquellas con características deseables y no se permite el desarrollo de otras.

3.4.1. Manejo incipiente (Sitio Conservado)

La localidad SM muestra una alta riqueza a comparación de los demás sitios. Además, posee más variación en las formas de la especie *A. salmiana*. Dicha riqueza, en morfología, puede implicar un abundante flujo génico y posible hibridación. Tales implicaciones se apegan al concepto de sitio conservado, puesto que es una zona con incipiente o nulo manejo y puede dar cabida a cruzamientos génicos.

Tabla 6. Índice de Valor de Importancia de las especies determinadas en el sitio conservado SM (Sánchez-Maqueda). D (Densidad), D_r (Densidad relativa), F (Frecuencia), F_r (Frecuencia relativa), C (Cobertura), C_r (Cobertura relativa), IVI (Índice de Valor de Importancia).

Especies	Abundancia	D	D _r	F	F _r	C	C _r	IVI
<i>Agave salmiana</i> (10 formas)	372	0.0372	0.7607	0.81	0.485	0.654	0.1659	141.167
<i>No determinada</i>	4	0.0004	0.0082	0.03	0.0179	0.47	0.1192	14.537
<i>Juniperus flacida</i>	3	0.0003	0.0061	0.03	0.0179	0.103	0.0261	5.023
<i>Juniperus monosperma</i>	14	0.0014	0.0286	0.11	0.0658	0.898	0.2278	32.23
<i>Pinus cembroides</i>	81	0.0081	0.1656	0.57	0.3413	0.192	0.0487	55.567
<i>Quercus greggii</i>	5	0.0005	0.0102	0.04	0.0239	0.122	0.0309	6.512
<i>Salvia regla</i>	9	0.0009	0.0184	0.07	0.0419	1.441	0.3655	42.587
<i>Yucca</i> sp.	1	0.0001	0.002	0.01	0.0059	0.062	0.0157	2.376
Σ	489	0.0489	1	1.67	1	3.942	1	300

3.4.2. Manejo in situ

Los sitios de H1 y H2 muestran mayor abundancia de *A. salmiana*. Ambas localidades poseen riqueza de siete especies. El sitio J (Los Juárez) posee seis especies. Las tablas 7, 8 y 9 muestran los datos de la estructura de cada comunidad.

En cuanto a la estructura de la comunidad tanto H1, H2 y J son localidades parecidas. H1 y H2 comparten la mayoría de las especies entre sí. Por su parte, J fue un sitio con riqueza específica baja, esto posiblemente a una alteración ambiental por una práctica de manejo pobre en remoción de desechos humanos.

Tabla 7. Índice de Valor de Importancia de las especies determinadas en H1 (Los Hernández 1). D (Densidad), D_r (Densidad relativa), F (Frecuencia), F_r (Frecuencia relativa), C (Cobertura), C_r (Cobertura relativa), IVI (Índice de Valor de Importancia).

Especies	Abundancia	D	D_r	F	F_r	C	C_r	IVI
<i>Agave salmiana</i> var. <i>ferox</i>	20	0.002	0.0563	0.1	0.09	1.426	0.0986	24.506
<i>Agave salmiana</i>	296	0.0296	0.8338	0.66	0.5945	1.554	0.1074	153.589
<i>Juniperus flacida</i>	8	0.0008	0.0225	0.07	0.063	5.084	0.3516	43.726
<i>J. monosperma</i>	1	0.0001	0.0028	0.01	0.009	6.157	0.4258	43.771
<i>Quercus greggii</i>	26	0.0026	0.0732	0.23	0.2072	0.077	0.0053	28.577
<i>Rosaceae</i>	3	0.0003	0.0084	0.03	0.027	0.159	0.0109	4.647
<i>Yucca</i> sp.	1	0.0001	0.0028	0.01	0.009	1.82 E ⁻⁰⁶	1.26 E ⁻⁰⁷	1.183
Σ	355	0.0355	1	1.11	1	14.457	1	300

Tabla 8. Índice de Valor de Importancia de las especies determinadas en H2 (Los Hernández 2). D (Densidad), D_r (Densidad relativa), F (Frecuencia), F_r (Frecuencia relativa), C (Cobertura), C_r (Cobertura relativa), IVI (Índice de Valor de Importancia).

Especies	Abundancia	D	D_r	F	F_r	C	C_r	IVI
<i>Agave salmiana</i>	196	0.0196	0.731	0.43	0.4174	1.112	0.2194	136.828
<i>Baccharis conferta</i>	11	0.0011	0.041	0.08	0.0776	0.899	0.1774	29.614
<i>Cupressus</i> sp.	8	0.0008	0.0298	0.08	0.0776	0.689	0.1359	24.349
<i>Juniperus flacida</i>	1	0.0001	0.0037	0.01	0.0097	0.022	0.0043	1.778
<i>Quercus greggii</i>	30	0.003	0.1119	0.26	0.2524	0.294	0.058	42.239
<i>Rosaceae</i>	21	0.0021	0.0783	0.16	0.1553	1.674	0.3303	56.407
<i>Yucca</i> sp.	1	0.0001	0.0037	0.01	0.0097	0.377	0.0744	8.784
Σ	268	0.0268	1	1.03	1	5.067	1	300

Tabla 9. Índice de Valor de Importancia para las especies determinadas en Los Juárez. D (Densidad), D_r (Densidad relativa), F (Frecuencia), F_r (Frecuencia relativa), C (Cobertura), C_r (Cobertura relativa), IVI (Índice de Valor de Importancia).

Especies	Abundancia	D	D_r	F	F_r	C	C_r	IVI
<i>Agave Americana</i>	15	0.0015	0.094	0.09	0.083	1.533	0.037	21.37
<i>Agave salmiana</i> var. <i>ferox</i>	69	0.0069	0.431	0.38	0.352	0.896	0.021	80.45
<i>Agave salmiana</i>	19	0.0019	0.119	0.08	0.074	0.9	0.021	21.432
<i>Juniperus flacida</i>	3	0.0003	0.019	0.08	0.074	0.037	8.83 E ⁻⁰⁴	9.371
<i>Juniperus monosperma</i>	17	0.0017	0.106	0.15	0.138	11.381	0.272	51.699
<i>Pinus cembroides</i>	37	0.0037	0.231	0.3	0.277	27.117	0.648	115.677
Σ	160	0.016	1	1.08	1	41.864	1	300

3.4.3. Cultivos

La tabla 10 muestra que la localidad D (EL DOCTOR) puede poseer híbridos aunque se encontraron escasamente, como es el caso de *Agave salmiana* ssp. *crassispina* (*A. salmiana-ferox*) que es una especie de *A. salmiana* que pudo haber hibridizado con *A. salmiana* var. *ferox*. Su riqueza específica es baja

El sitio de cultivo C (Chavarrías) muestra en la tabla 11 que posee una riqueza de ocho especies. *A. americana* fue la especie más abundante en esta comunidad. A comparación de EL DOCTOR, este sitio muestra una mayor diversidad de especies a pesar que las dos son cultivos. Sin embargo, en EL DOCTOR el área es exclusiva para la explotación de los magueyes pulqueros, en Chavarrías la extracción de aguamiel es menor y puede haber mayor diversidad específica por ello. El hecho de que Chavarrías tenga una mayor diversidad puede ser por preferencias en el cultivo, se delimite una zona de otra puesto que las plantas leñosas poseen una baja abundancia.

Tabla 10. Índice de Valor de Importancia de las especies determinadas en localidad de cultivo: (D) EL DOCTOR. D (Densidad), D_r (Densidad relativa), F (Frecuencia), F_r (Frecuencia relativa), C (Cobertura), C_r (Cobertura relativa), IVI (Índice de Valor de Importancia).

Especies	Abundancia	D	D_r	F	F_r	C	C_r	IVI
<i>Agave Americana</i>	25	0.0025	0.0718	0.06	0.0697	1.197	0.2906	43.221
<i>Agave salmiana</i> var. <i>ferox</i>	20	0.002	0.0574	0.03	0.0349	0.472	0.1146	20.694
<i>Agave salmiana</i>	78	0.0078	0.2241	0.16	0.186	0.991	0.2406	65.078
<i>Agave salmiana-ferox</i> (<i>A. salmiana</i> ssp. <i>crassispina</i>)	225	0.0225	0.6465	0.61	0.7093	1.459	0.3542	171.007
Σ	348	0.0348	1	0.86	1	4.119	1	300

Tabla 11. Índice de Valor de Importancia de las especies determinadas en cultivo: (C) Chavarrías. D (Densidad), D_r (Densidad relativa), F (Frecuencia), F_r (Frecuencia relativa), C (Cobertura), C_r (Cobertura relativa), IVI (Índice de Valor de Importancia).

Especies	Abundancia	D	D_r	F	F_r	C	C_r	IVI
<i>Agave Americana</i>	172	0.0172	0.444	0.53	0.389	1.118	0.115	94.97
<i>Agave salmiana</i>	42	0.0042	0.108	0.11	0.081	0.825	0.085	27.47
<i>Agave salmiana var.ferox</i>	128	0.0128	0.331	0.35	0.257	1.023	0.106	69.39
<i>Baccharis sp.</i>	10	0.001	0.026	0.08	0.059	0.483	0.049	13.46
<i>Cupressus sp.</i>	4	0.0004	0.01	0.04	0.029	0.126	0.013	5.28
<i>Juniperus sp.</i>	4	0.0004	0.01	0.04	0.029	0.224	0.023	6.29
<i>Opuntia robusta</i>	25	0.0025	0.064	0.2	0.147	3.762	0.389	60.06
<i>Opuntia sp.</i>	2	0.0002	0.005	0.01	0.007	2.112	0.218	23.09
Σ	387	0.0387	1	1.36	1	9.673	1	300

3.5 ORDENACIÓN DE LA VEGETACIÓN

En la figura 11 se reconocen las tres esferas de manejo: manejo intensivo en color azul (cultivo) con los valores más negativos del eje 1 (DCA 1). El manejo *in situ* en verde (intermedio) con valores cercanos de -1 a 1.2. Y, el sitio conservado en violeta (manejo incipiente). El primer eigenvalor contiene el 78% de la varianza, el resto de los eigenvalores explican poco sobre la varianza. Los sitios con manejo intermedio (H1, H2, J) muestran en el gráfico que se encuentran cercanos entre sí.

En cuanto al manejo, el componente principal uno de Decorana (DCA1) posee mayor rango de dispersión que el componente dos o tres, la longitud del gradiente 1 posee valores de dispersión de -2 a 2.8. En cuanto al rango de dispersión de especies DCA2 contiene valores de dispersión de -2 a 2, siendo más estrecho que el de las formas de manejo.

En la Figura 12, también se puede observar que el sitio conservado (SM) y los dos sitios de cultivo (D, C) son totalmente diferentes; entre ellos son los más distantes. Los valores más negativos del segundo eje son para las localidades de cultivo, mientras que el valor positivo más alto lo posee Sánchez-Maqueda el sitio conservado.

En el gráfico, las especies de la comunidad vegetal se encuentran en su mayoría dispersas en la parte superior del eje 2 (DCA 2). En tal caso, no se puede establecer que especies pertenecen a cual localidad. Esto ocurre, puesto que la mayoría de las especies se encuentran en la mayoría de los sitios.

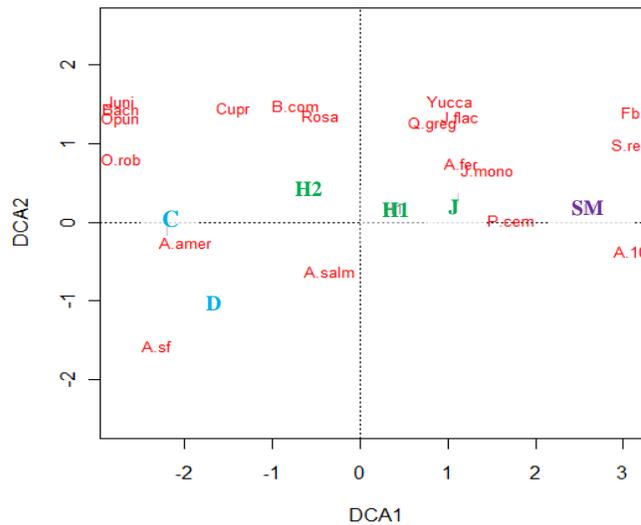


Figura 12. DECORANA. Los datos de IVI fueron utilizados para este análisis de ordenamiento de la vegetación. *Eigenvalores:* (DCA1) 0.785, (DCA2) 2.669e-01, (DCA3) 5.02e-01, (DCA4) 4.419e-01. SM corresponde a Sánchez-Maqueda (sitio conservado); H1 (Los Hernández 1), H2 (Los Hernández 2), J (Los Juárez) que corresponden a sitios con manejo *in situ*; D (EL DOCTOR) y C (Chavarrías) corresponde a sitios de cultivo

3.5.1 ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO JERÁRQUICO DE LA VEGETACIÓN

Este análisis muestra el grado de similitud entre las localidades y su categoría de manejo, es decir, su intensidad de manejo en los sitios evaluados en La Sierra de “El Doctor”.

En la Figura 13 se observa que las intensidades de manejo se agrupan en bloques dependiendo de la categoría de manejo a la que pertenecen. En color verde se destacan las localidades con manejo *in situ*, en azul los cultivos y en violeta la zona conservada. H1 y H2 son dos sitios muy semejantes entre sí. Los Juárez (J) y Chavarrías (C) se encuentran con un 75% de similitud entre sí, formando otro segundo bloque, ya que la composición de especies es parecida porque comparten a las especies de *Agave* (*A. americana*, *A. salmiana* y *A. salmiana* var. *ferox*).

Referencias

- Brower, J.E., J. H. Zar & C.N. von Ende. 1998. Field and Laboratory Methods for General Ecology, McGraw Hill: E.U.A.
- Casas, A.; Caballero, J.; Valiente-Banuet, A.; Soriano, J. A.; Dávila, P. 1999. Morphological Variation and the Process of Domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in Central Mexico. American Journal of Botany. 86 (4): 522-533
- Casas, A.; Otero-Arnaiz, A.; Pérez-Negrón, E. y Valiente-Banuet, A. 2007. *In situ* management and Domestication of Plants in Mesoamerica. Review. Annals of Botany. Oxford Journals: 1-15.
- Carrillo-Martínez, M. 1981. Contribución al Estudio Geológico del Macizo Calcáreo El Doctor, Querétaro. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología 5(1): 25-29.
- Chumak, V.; Duelli, P.; Rizun, V.; Obrist, M. K. y Wirz, P. 2005. Arthropod biodiversity in virgin and managed forests in Central Europe. For. Snow Landsc. Res. 79, 1/2: 101-109.
- Davidse G., Chater A. O y Chiang-Cabrera F.1994. Agavaceae. Flora Mesoamericana. Vol. 6. Alismataceae a Cyperaceae. Universidad Autónoma de México D.F.
- Escalante, A. y Gosset, G. El pulque una bebida con un gran pasado y ¿un futuro incierto? Academia de Ciencias de Morelos. La Unión de Morelos. 9 Junio 2008: 22-23. Disponible en: www.acmor.org.mx
- Fernández-Nava, R. & Colmenero-Robles, J.A. 1997. Notas sobre la Vegetación y Flora del Municipio de San Joaquín Querétaro, México. Instituto Politécnico Nacional, Mexico. 4: 10-36.
- Gauch, H. G. 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology. Chapter 4: Ordination. University of Cambridge: USA.
- Gentry, H. S. 1982. Agaves of Continental North America. University of Arizona: U.S.A.
- Gonçalves de Lima, O. 1978. El Maguey y el Pulque en los Códices Mexicanos. Fondo de Cultura Económica: México.
- Hernández S., L. G. 2000. Vegetación de Galeras Cadereyta. Informe UAQ: 2-3.
- Hernández Xolocotzi, E. 1985. Xolocotzi Tomo I. Universidad Autónoma de Chapingo. México: Revista de Geografía Agrícola.
- Holland, S. M. 2008. Detrended Correspondence Analysis (DCA). Software R. Department of Geology, University of Georgia, Athens, Georgia. EUA.

- José-Jacinto, R. y García-Moya (2000). Remoción cuticular ("mixiote") en Agaves pulqueros.
- Maestre-Gil F.T. 2002. Tesis Doctoral. La restauración de la cubierta vegetal en zonas semiáridas en función del patrón espacial de factores bióticos y abióticos. Capítulo 1: Patrones de Distribución de la Vegetación en Espartales Semiáridos. Caracterización utilizando distintos métodos de análisis espacial y mallas de muestreo. Universidad de Alicante. España.
- Nagaike, T. 2009. Snag Abundance and Species Composition in a Managed Forest Landscape of *Larix kaempferi* Plantations and Secondary Broadleaf Forests. *Silva Fennica* 43(5): 755-766.
- Ohsawa, M. y Nagaike, T. 2006. Influence of forest types and effects of forestry activities on species richness and composition of Chrysomelidae in the central mountainous region of Japan. *Biodiversity and Conservation* 15: 1179-1191.
- Oksanen, J. 2010. Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: vegan tutorial. R 2.10.1 Software Vegan Tutorial. Chapter 6 Classification: 36-37.
- Parsons, J.R. y Parsons, M.H. 1990. Maguey utilization in Highland Central Mexico: An archaeological ethnography. *Anthropological Papers, Museum of Anthropology, University of Michigan*.
- McCune, B. y Mefford, M. J. 2006. HCA: Hierarchical Cluster Analysis. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.10. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon: U.S.A.
- Perry, J. N.; Winder, L.; Holland, J. M. y Alston, R. D. 1999. Red-blue plots for detecting clusters in count data. *Ecology Letters* 2: 106-113
- Perry, J. N. y Dixon, P. M. 2002. Spatial association of tupelos. A new method to measure spatial association for ecological count data. 1-31.
- Sánchez Gregorio, A. 2008. Análisis de las condiciones bióticas y abióticas relacionadas a la distribución espacial de *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lem.) K. Schum (Cactaceae). Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro, México: 1-83.
- Schmitz, M.F.; Sánchez, I.A. y de Aranzabal, I. 2007. Influence of management regimes of adjacent land uses on the woody plant richness of hedgerows in Spanish cultural landscapes. *Biological Conservation*: (135) 542-554.

Software Package SADIE Shell 1.22. Perry J. N. & IACR Rothamsted Experimental Station. Free Software Foundation. USA.

Software Package Surfer 8.0. Golden Software, Inc. USA.

Solís-Gracia, V. 2007. Distribución Espacial y Dispersores del Muérdago (*Phoradodendron californicum*) en el desierto de Sonora. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro: 1-56.

Zúñiga, B.; Malda, G.; Suzán, H. 2005. Interacciones Plantas-Nodriza en *Lophophora diffusa* (Cactaceae) en un Desierto Subtropical de México. *Biotropica* 37(3): 351-356.

CAPÍTULO 2

ESTUDIO ETNOECOLÓGICO:

Manejo de los Magueyes Pulqueros

**Pulque bendito,
dulce tormento.
¿Qué haces ahí afuera?
¡Venga pa' dentro!**

-Dicho Popular

1. ANTECEDENTES

1.1 LOCALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO

La Sierra de “El Doctor” fue llamada de esa manera por la llegada de un médico español a fines del siglo XIX en esa zona norteña del municipio de Cadereyta de Montes que colinda con San Joaquín (Velázquez, com. pers.). Más tarde, en el año de 1888 fue fundada la delegación de EL DOCTOR que actualmente alberga a aproximadamente 250 habitantes (INEGI, 2005). Esta población de origen minero se le considera más antigua que la misma ciudad de Querétaro. Entre sus principales actividades económicas se encuentra en primer lugar la minería, en segundo el cultivo de frutas como la manzana y el durazno. El uso del maguey pulquero queda restringido al autoconsumo y, actualmente, en menor proporción a su comercialización.

Las localidades evaluadas poseen los siguientes tipos de tenencia de la tierra: las tierras de uso común pertenecientes a la comunidad, la propiedad privada donde están los cultivos, las parcelas y las viviendas familiares, y las zonas federales (ver figura 2). El tipo de tenencia puede tener relación directa con la intensidad de manejo que se le da al *Agave*, puesto que las tierras de uso común dentro de los ejidos o comunidades se prestan a ser zonas de extracción o sin manejo, mientras que las tierras ejidales o de comunidad pueden poseer intensidad de manejo *in situ* o de cultivo. La propiedad privada puede ser utilizada para establecer cultivos donde el propietario extrae o vende sus plantas, *e.g.* magueyes pulqueros.

El ejido es una unidad colectiva de tenencia de la tierra que establecieron desde la Revolución Mexicana (Bowen y Valenzuela-Zapata, 2009). A la categoría de tenencia de tierra que no pertenece al ejido se le denomina comunidad (de Gortari, 1998). Una comunidad se refería originalmente a la tenencia de la tierra por parte de sociedades indígenas. En la actualidad, una comunidad agraria es en su mayoría regida por usos y costumbres de las poblaciones locales y por mestizos (de Gortari, 1998). La actividad principal que se encuentra como comunidad agraria, en el estado de Querétaro, es la agrícola (de Gortari, 1998). La población rural del estado en el año 2000 fue de 455 434 personas, mientras que en el caso de la población activa que se dedica al primer sector fue de 41 479 personas (Appendini y Torres-Maznera, 2008).

Las localidades estudiadas fueron las siguientes: EL DOCTOR, Chavarrías, Los Hernández, Los Juárez y Sánchez-Maqueda. Estas localidades poseen recursos forestales dentro de los bienes comunales; donde se ubica el bosque de una sola especie o por lo general mixto (*Pinus*, *Quercus*, *Cupressus* y *Juniperus*), se encuentran también los *Agaves* pulqueros y otras especies forestales no maderables.

En EL DOCTOR hay zonas que ocupan aproximadamente el 75% del territorio de bienes comunales que es donde se ubica el bosque templado y los *Agaves* bajo ¹manejo *in situ*, como mencionó en entrevista el comisariado ejidal. En las zonas de pequeña propiedad se encuentran las parcelas que es donde están los cultivos frutales (manzana y durazno), de maíz, hortalizas y el maguey pulquero puede estar en estas zonas. La población campesina es alrededor de 200 habitantes (INEGI, 2005).

En “Chavarrías”, también existen estos dos tipos de tenencia de la tierra: la comunidad y la propiedad privada. En la zona de bienes comunales se encuentran los *Agaves* “chinos” bajo manejo *in situ*, con aprovechamiento del “quiote” (escapo) y “demboos” (inflorescencia). En la zona de pequeña propiedad están los cultivos de maguey pulquero. La mayoría de la población, aproximadamente 80-90%, poseen en sus casas cultivos de traspatio con especies de *Agave* pulquero (obs. pers.); en menor medida están los cultivos intensivos que durante los 60s a 80s fue su época de auge. Esta población posee 300 habitantes aproximadamente (INEGI, 2005) (establecida a fines del siglo XIX).

“Los Hernández”, es un ejido con una población pequeña (aproximadamente 100 personas) (INEGI, 2005). Ésta es la única localidad con población indígena otomí. Esta localidad pertenece a la jurisdicción ejidal de Los Juárez como mencionó en entrevista el comisariado ejidal (RAN, 2002). Por lo tanto, el manejo de los *Agaves* pulqueros es *in situ*. La extracción es directa y con fines de autoconsumo. Anteriormente, hubo una baja producción de aguamiel y pulque para comercialización y, hace un lustro que dejó de ser rentable para los raspadores.

¹ Manejo *in situ*: se refiere en este texto, a la extracción directa del *Agave* como Especie Forestal No Maderable (EFNM). Este término proviene de la sección del estudio ecológico donde se utilizó para clasificar las intensidades de manejo de las especies de *Agave* pulquero según Casas *et al.* (2007). Este es un tipo de manejo con intensidad intermedia generalmente encontrada en zonas de alta pedregosidad en la Sierra de “El Doctor”.

La localidad de “Los Juárez” es una comunidad agraria con 450 habitantes (INEGI, 2005). La localidad de Los Juárez posee tanto manejo *in situ* (bienes comunales) de los *Agaves*, como cultivos de traspatio a pequeña escala (en solares y próximos a la carretera). Las especies de *Agave* pulquero que poseen mayor intensidad de manejo es la especie *Agave salmiana* var. *ferox*, al que llaman verde. Al igual que Los Hernández, en esta localidad la extracción de aguamiel y pulque es directa. Existen zonas de cultivo de maguey generalmente en huertos familiares. La producción es generalmente para autoconsumo y baja comercialización local (venta de excedentes).

Sánchez-Maqueda es una localidad pequeña que posee casas provisionales. No se encontraron datos poblacionales de este sitio en INEGI. Debido a esta situación no se efectuaron entrevistas. Este punto puede permanecer dentro de una zona federal y fue el lugar utilizado para hacer el cuadrante de sitio conservado para el estudio de ecología de poblaciones. La razón de efectuarlo ahí fue porque posee manejo incipiente de los *Agaves*. La especie encontrada en esta zona fue *Agave salmiana* con diez morfo-variedades.

Tabla 1. Localidades y comunidades humanas en el área de estudio.

Localidad	Población Total	Grupo Étnico
EL DOCTOR	200	Mestizo
Chavarrías	300	Mestizo
Los Hernández	100	Otomí
Los Juárez	450	Mestizo
Sánchez-Maqueda	0	Desconocido

Área de Estudio

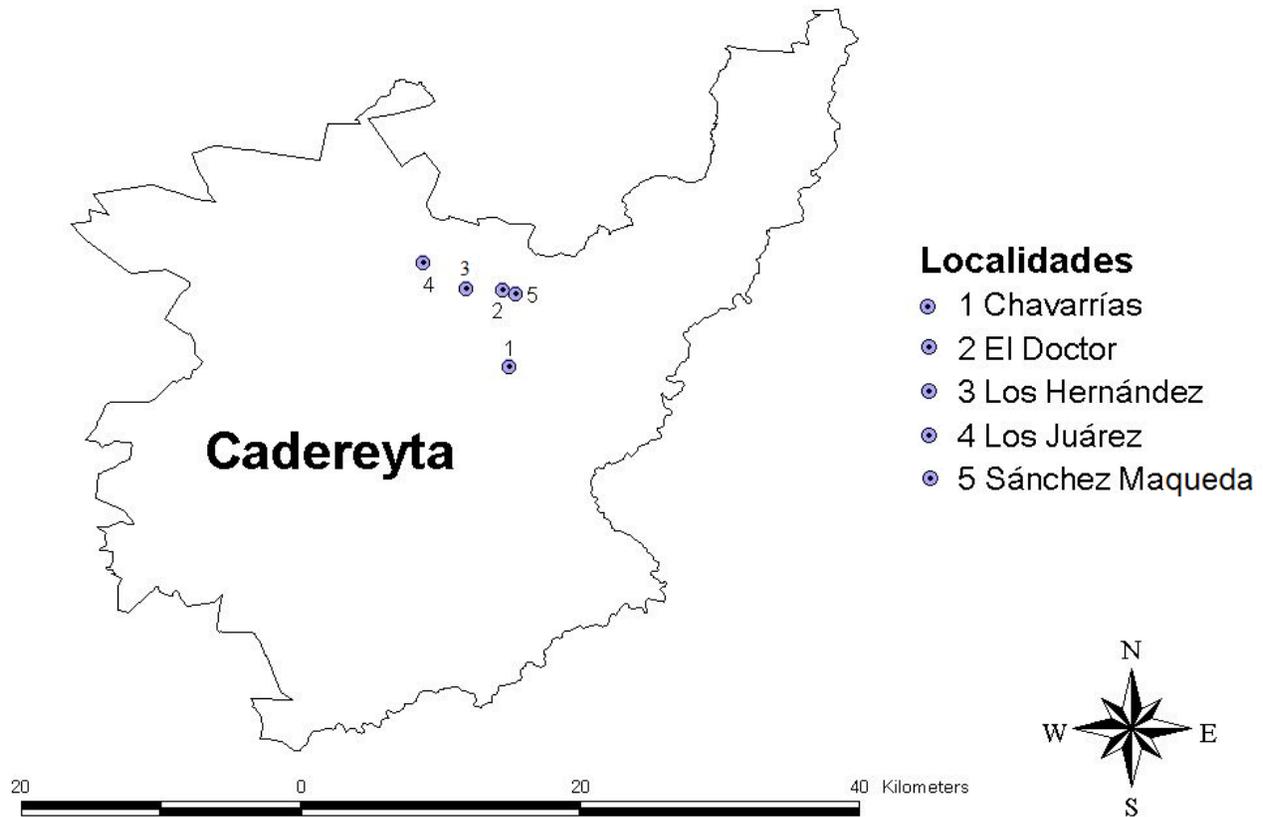


Figura 1. Mapa del municipio de Cadereyta de Montes donde se encuentra la zona de estudio, en el estado de Querétaro.

1.1.2 Panorama de las localidades y tenencia de la tierra

El uso de suelo que posee cada localidad es distinto y, por lo tanto, puede tener una intensidad de manejo diferente. La tenencia de la tierra es importante para conocer bajo qué esquema de manejo se encuentran los magueyes pulqueros. A continuación, se describe la tenencia de la tierra para cada localidad evaluada en este proyecto. Hay que tomar en cuenta que la tenencia de la tierra para el estado de Querétaro está en catastro. Esto quiere decir que el siguiente panorama de la tenencia de la tierra se basa en supuestos a partir de las entrevistas hechas a los productores y comisariados de la zona.

Dentro de cada comunidad hay zonas de pequeña propiedad y de zonas comunes. En cuanto a los “raspadores” se establecen dentro de la unidad productiva familiar donde pueden extraer aguamiel dentro de sus propiedades, adquirir los magueyes por otros terratenientes que los alquilan o regalan para

dicho fin, y otros más que realizan una extracción directa de los productos de los *Agaves* (manejo *in situ*).

La Sierra de “El Doctor” puede poseer tenencia de tierra de comunidad, de propiedad privada y zonas federales. Se pueden encontrar los bienes comunes, las parcelas y las casas-habitación. Debido a que los campesinos en esta zona, generalmente no se encuentran bajo una categoría de ejidos pueden poseer una agricultura tradicional donde no existen herramientas de tecnología actual (*e.g.* no pueden utilizar tractor debido a las pendientes de la región) (Hernández-X, 1985; en Gerique, 2006). Los usos de suelo son dirigidos por el comisariado de cada comunidad y sus asambleas según lo dicta el Registro Agrario Nacional (RAN, 2008).

Tabla 2. Tenencia de la tierra, usos de la tierra y densidad de magueyes pulqueros.

Tipo de uso de suelo	Tipo de Manejo en <i>Agaves</i>	Usos y productos de la tierra	Densidad promedio de especies de <i>Agave</i>
Áreas comunes	Extractivo Hay producción	Pulque autoconsumo y/o ventas de excedentes	H1 y H2, J 98.5 en 900 m ²
Zona federal	Extractivo Puede haber producción	Se desconoce, puede haber tala clandestina	SM 373 en 900 m ²
Propiedad Privada	Cultivo Hay producción	Pulque para venta	C y D 100.3 en 900 m ²
Parcelas (1-2 ha)	Cultivo de otras especies	Durazno, haba, maíz, manzana	0 en 900 m ²
Huerto Familiar	Autoconsumo Hay producción	Pulque casero, pueden haber árboles frutales	1-15 en 900 m ²

Las localidades de EL DOCTOR, Los Hernández, Los Juárez, Sánchez-Maqueda y Chavarrías pertenecen a distintas comunidades agrarias de la sierra. EL DOCTOR pertenece a la comunidad del mismo nombre donde se encuentran otras localidades como El Socavón, El Sarro y El Aguacate. Los Juárez, Los Hernández son parte de la comunidad de Los Juárez que colinda al este con la comunidad de EL DOCTOR. Chavarrías es una comunidad aparte de EL DOCTOR y Los Juárez. Sánchez-Maqueda puede pertenecer a una zona federal.

Tabla 3. Tipo de tenencia de la tierra en la zona de estudio

Localidad	Tenencia	Intensidad de Manejo
EL DOCTOR	Comunidad, Propiedad Privada	Cultivo
Chavarrías	Comunidad, Propiedad Privada	Cultivo
Los Hernández	Bienes Comunales, Propiedad Privada	<i>In situ</i>
Los Juárez	Comunidad, Propiedad Privada	<i>In situ</i>
Sánchez-Maqueda	Zona federal	Incipiente

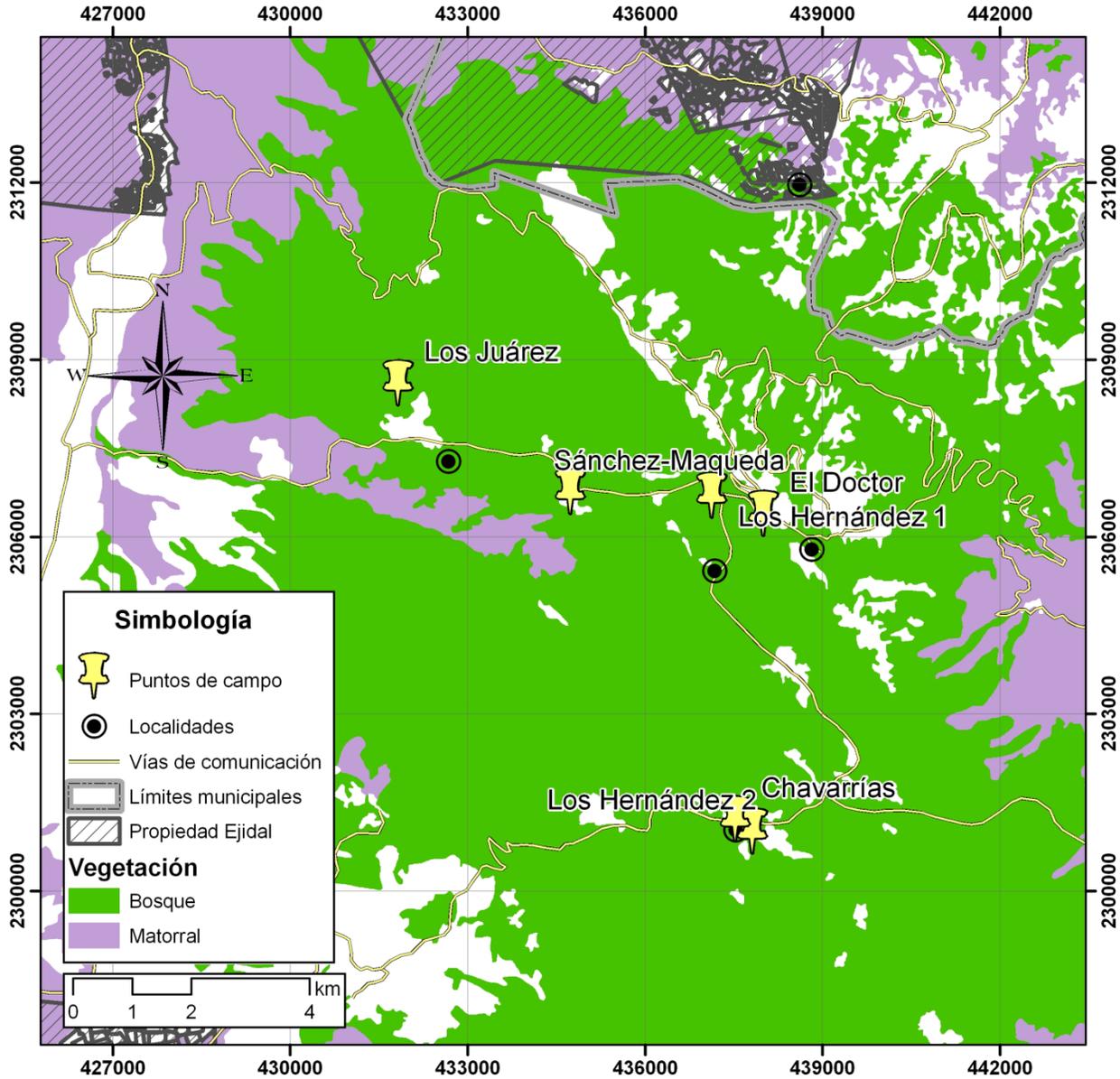


Figura 2. Mapa de la Sierra de “El Doctor”. Se muestran los puntos de campo donde se hicieron los muestreos de las poblaciones de especies de *Agave*, la vegetación, las localidades, y la delimitación de la política de la zona.

1.2 UNIDADES DE ESTUDIO

Las unidades de estudio son las especies de *Agave* pulquero y las comunidades humanas (agrarias) de las localidades evaluadas en la Sierra de “El Doctor”. Los grupos rurales estudiados fueron aquellos involucrados directamente en la explotación del recurso natural que genera ciertos productos para su beneficio, como los raspadores, los consumidores de los productos del maguey.

1.2.1 Especies y variedades de maguey pulquero

Las especies principales encontradas en el estudio ecológico fueron *Agave americana*, *A. salmiana*, *A. salmiana* aff. *salmiana*, *A. salmiana* ssp. *crassispina* y *A. salmiana* var. *ferox*. Sin embargo, durante las entrevistas surgió la identificación de hojas de nuevas especies y/o variedades de las especies de *Agave* pulquero, éstas se encuentran en el Apéndice I, donde se identificó a *A. americana* var. *oaxacensis*, *A. americana* x *A. salmiana* y a *A. mapisaga*. En general, las especies dominantes son *A. americana* con sus variedades y *A. salmiana* con sus respectivas subespecies y variedades.

Estas especies de *Agave* pulquero de la Sierra de “El Doctor” pueden localizarse dentro de la categoría de los no maderables. Los *Agaves* pulqueros en la Sierra de “El Doctor” son Especies Forestales No Maderables (EFNM). Una EFNM se refiere a una especie vegetal o animal que asociada a la vegetación arbórea constituye un ecosistema forestal y que es, o puede ser aprovechada (Methodus, 1999).

Estas especies poseen usos tradicionales porque hay un mercado local específico que los demanda (GAIA, 2004). Además, el manejo de estas EFNM por los campesinos existe por la posesión de un conocimiento antiguo del medio ambiente (de la Peña e Illsley, 1999). También, las EFNM y las especies maderables son parte de un sistema complejo de interrelaciones bióticas y abióticas (*i.e.* agua, suelo, temperatura, clima) que en conjunción permiten la conservación de distintos ecosistemas y paisajes (Methodus, 1999).

El uso y aprovechamiento de las EFNM tiene dos fines: el de autoconsumo y la de extracción con fines comerciales (Paré, 1998). En el caso de la Sierra de “El Doctor” su uso mayoritario es el de

autoconsumo con ventas incipientes (venta de excedentes), debido a una densidad poblacional poco elevada el uso puede considerarse sustentable (Paré, 1998).

El aprovechamiento de estos recursos, *e.g.* el *Agave* pulquero, es generalmente por manejo *in situ* o cultivos familiares. Los EFNM están aunados a las actividades económicas productivas del medio rural como la agricultura, ganadería y la extracción de madera. Las EFNM cumplen la función de satisfacer de manera complementaria la economía de las familias rurales (de la Peña e Illsley, 1999).

1.2.2 Comunidades humanas

Las comunidades humanas que se encuentran en la Sierra de “El Doctor” son comunidades agrarias en su mayoría mestizas. Un bajo porcentaje son del grupo indígena otomí, *e.g.* en Los Hernández (localidad con manejo *in situ* de los magueyes pulqueros) es el único sitio con presencia de indígenas.

La actividad económica principal de la Sierra de “El Doctor” es la minería sobre todo en EL DOCTOR, Chavarrías, Los Hernández y Los Juárez. En segundo lugar, se encuentra la agricultura con producción de: frutos como la manzana (*Mallus* sp.) y el durazno (*Prunus* sp.), maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), calabaza (*Cucurbita* sp.), habas (*Fava* sp.) y chícharos (*Pisum* sp.). En tercer lugar, está la ganadería intensiva de ovinos. También, se puede encontrar la extracción directa y cultivo de *Agaves* pulqueros (Gobierno del estado de Querétaro, 2009; INEGI, 2005) que conforman un ingreso extra en la estructura familiar. Finalmente, hay personas que emigran a Estados Unidos y generalmente proveen de ingresos a sus familias que permanecen en las localidades de la sierra.

A las múltiples actividades rurales se le denomina la pluriactividad rural (Methodus, 1998). Estas actividades que sirven para resolver los ingresos económicos de las familias rurales persisten en la Sierra de “El Doctor”. Esta zona debido a su localización geográfica crea la necesidad de manejo de distintos recursos. El *Agave* pulquero queda restringido a un uso mayoritario de autoconsumo y ventas de excedentes. Durante la década de los 70s y 80s del siglo pasado cobró auge ante la demanda del pulque. Sin embargo, ahora el cambio en el mercado está dirigido hacia bebidas más “caras” y bajo cierto status social como la cerveza y otras bebidas alcohólicas (Becerra, 1988).

La pluriactividad rural se refiere a la población activa que percibe un salario en distintos sectores económicos. Esto, también incluye a las personas que migran y efectúan múltiples actividades para obtener un salario. Este es un tipo de sobrevivencia en la vida rural. En la Sierra de “El Doctor” se

encuentra lejos de la cabecera municipal, Cadereyta. Debido a esta situación, la pluriactividad se traduce a una economía basada en general a la autosubsistencia. La actividad económica principal es la minería y en segundo lugar la actividad agrícola. El maguey es un recurso (EFNM) marginal dentro del contexto de la pluriactividad (Guzmán-Molina *et al.*, 2004).

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS

2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La variación de los magueyes pulqueros, en cuanto a sus variedades se deberá a las asociaciones del ecosistema y de las comunidades humanas?

2.1.1 Preguntas derivadas de la pregunta principal de investigación:

¿Cómo afectan las intensidades de manejo los usos de los *Agaves* pulqueros encontrados?, Y esto, ¿Puede variar de acuerdo al tipo de tenencia de cada intensidad de manejo?, ¿Qué es lo que los pobladores hacen con las especies para el manejo?, ¿Cuáles son las relaciones que hay entre el manejo de los magueyes pulqueros y los usos que se le dan en la Sierra de “El Doctor”?

2.2 OBJETIVO GENERAL

Identificar la relación que existe entre los usos de los magueyes pulqueros y la intensidad de manejo en la Sierra de “El Doctor”.

2.2.1 Objetivos Específicos

1. Reconocer las especies y variedades de maguey pulquero.
2. Describir los usos de los *Agaves* pulqueros en las localidades estudiadas en la Sierra de “El Doctor”.
3. Describir las prácticas de manejo de los magueyes pulqueros.
4. Describir la producción de aguamiel, pulque y productos menores.
5. Relacionar la intensidad de manejo con la clase ecológica de los magueyes pulqueros.

3. MÉTODO

3.1 RECONOCIMIENTO EN CAMPO DE ECOSISTEMAS Y VARIEDADES DE MAGUEY PULQUERO

El reconocimiento en campo de la zona de estudio se llevó a cabo mediante parches de vegetación que incluyeron a los magueyes pulqueros en tres intensidades de manejo. Se colectaron especímenes de las especies, subespecies y variedades de los magueyes pulqueros. Para ello, se examinaron las hojas para su identificación a partir de las entrevistas hechas. Más adelante, se identificaron y se reconoció las variaciones en la morfología. El problema en estas plantas fue que no se encontraron inflorescencias de estos especímenes, ya que las inflorescencias son las estructuras de las plantas que permiten su identificación final.

3.2 ENTREVISTAS: RELACIONES DE ESPECIES Y VARIEDADES, USOS, PRÁCTICAS Y PRODUCCIÓN DE LOS MAGUEYES PULQUEROS

De acuerdo con los objetivos propuestos se diseñó el siguiente método para alcanzarlos. El universo de estudio esperado fue de cincuenta individuos (n=50). Se tomó en cuenta la edad de las personas, el porcentaje de la población y, el grado de heterogeneidad de la información. Se llevaron a cabo entrevistas a una muestra sistemática de cada localidad. Para las cinco localidades se planeó efectuar diez entrevistas. Sin embargo, se hicieron entrevistas en las localidades siguientes: Chavarrías, EL DOCTOR, Los Hernández y Los Juárez. La disponibilidad de productores y/ o raspadores en cada localidad fue variable. Por lo tanto, se levantaron 22 entrevistas en total. En Chavarrías se encontraron a los diez informantes esperados, mientras que en EL DOCTOR a seis, Los Hernández dos y Los Juárez cuatro.

El tipo de entrevistas realizadas fueron semi-estructuradas. A partir de un cuestionario (Apéndice II) se desarrolló la investigación según Gerique (2006). Los sujetos clave para las entrevistas fueron personas adultas (promedio 45-50 años de edad) que poseen el conocimiento y la experiencia del raspado y producción de las especies de *Agave* pulquero. Las entrevistas fueron la herramienta para alcanzar los objetivos de reconocimiento y descripción de los magueyes pulqueros, su producción y las prácticas de manejo que le dan las personas.

Se puso énfasis en la elaboración y producción de aguamiel y pulque. También, se llevó a cabo un perfil, donde se preguntó sobre los usos totales de los *Agaves* en las localidades (Gerique, 2006). Las

entrevistas se hicieron en las viviendas de los informantes o en el campo (entrevistas dirigidas). Los informantes fueron primero identificados en campo y después por referencia de los primeros informantes. Las entrevistas se llevaron a cabo así, puesto que facilita la comunicación y el nivel de confianza (Castaneda y Stepp, 2007). Finalmente, de las entrevistas de las localidades se identificaron las hojas de los magueyes pulqueros y fueron determinadas las especies, subespecies y variedades del género *Agave* (Apéndice I).

3.3 RELACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD DE MANEJO Y LA CLASE ECOLÓGICA DE LOS MAGUEYES PULQUEROS

A partir de los estudios de distribución espacial, se tomó en cuenta las intensidades de manejo y las prácticas que hacen los productores en cada sitio para los magueyes pulqueros. Cada sitio se esperaba que se encontrara bajo una categoría de manejo diferente debido a múltiples factores (zonas de acceso a los *Agaves*, mayor o menor uso de las plantas, grado de selección cultural). Al recabar estos datos, se obtuvo información que relacionaría la intensidad de manejo con la clase ecológica de los magueyes pulqueros evaluados.

Se utilizó el software SigmaPlot (2001) para llevar a cabo un histograma de frecuencias de las especies y variedades de *Agave* pulquero donde se podría reconocer la relación entre frecuencias con las tallas (altura) (Carmona-Lara *et al.*, 2008). De cada localidad: de la zona conservada (SM), de manejo *in situ* (H1, H2, J) y cultivos (C y D) donde se llevaron a cabo los análisis de las tallas de todos los rametos de cada especie y variedad de *Agave* pulquero.

Un histograma es una representación gráfica en barras de los conteos de los datos que pertenecen a rangos específicos. El software SigmaPlot genera los datos de frecuencia, al especificar el número de clases o intervalos. Con SigmaPlot se crearon cinco frecuencias de clases a partir de los datos de la talla de los magueyes pulqueros. Los datos fueron registrados desde 1 - 330 cm de altura de la talla de todos los individuos. Cada clase fue dividida por el programa de la siguiente manera: 1) 0-66 cm, 2) 67-132 cm, 3) 133-198, 4) 199-264 cm, 5) 265-330 cm. El rango de cada intervalo fue idéntico; el rango total va del dato mínimo al máximo. El número de barras es igual al número de clases, cinco en este caso. El eje *x* muestra la frecuencia de los datos, mientras que el eje *y* presenta las clases en las que se dividieron los datos totales.

4. RESULTADOS

4.1 RECONOCIMIENTO DE LAS ESPECIES Y VARIEDADES DE MAGUEY PULQUERO

Las especies representativas y/o predilectas por los productores y/o raspadores son *Agave americana* y *A. salmiana*. La variedad Xinamí, *A. salmiana*, es la especie favorita de *Agave* pulquero, debido a su tamaño produce mayor cantidad de aguamiel y con alta concentración de azúcares. Las variedades que siguen son el Chalqueño (*A. americana*) y Manso (*A. mapisaga*). En la tabla I del Apéndice se muestran las especies, variedades y subespecies de *Agave* pulquero que se encontraron durante las entrevistas.

En la tabla 2 se presentan las especies, subespecies y variedades de *Agave* pulquero, representativas que se identificaron en el estudio de ecología poblacional. Se estimó la densidad, esto se llevó a cabo mediante el registro del número de individuos por unidad de área para las especies encontradas de cada localidad bajo tres intensidades de manejo. Ello, da una perspectiva sobre la disponibilidad de explotación y abundancia de la planta. Los cuadrantes realizados fueron de 900 m² y, esta superficie se extrapoló a una hectárea.

Tabla 4. Densidad de las especies de *Agave* pulquero por localidad estudiada.

Manejo	Localidad	Especie	Ind/900 m ²	Ind/ha
Conservado	Sánchez-Maqueda	<i>Agave salmiana</i> (10 formas)	373	4144.4
<i>In situ</i>	Los Hernández 1	<i>Agave salmiana</i>	257	2855.5
<i>In situ</i>	Los Hernández 1	<i>Agave salmiana</i> var. <i>ferox</i>	46	511.1
<i>In situ</i>	Los Hernández 2	<i>Agave salmiana</i>	193	2144.4
<i>In situ</i>	Los Juárez	<i>Agave Americana</i>	15	166.6
<i>In situ</i>	Los Juárez	<i>Agave salmiana</i>	18	200
<i>In situ</i>	Los Juárez	<i>Agave salmiana</i> var. <i>ferox</i>	62	688.8
Cultivo	Chavarrías	<i>Agave Americana</i>	184	2044.4
Cultivo	Chavarrías	<i>Agave salmiana</i>	34	377.7
Cultivo	Chavarrías	<i>Agave salmiana</i> var. <i>ferox</i>	133	1477.7
Cultivo	EL DOCTOR	<i>Agave Americana</i>	11	122.2
Cultivo	EL DOCTOR	<i>Agave salmiana</i> ssp. <i>crassispina</i>	243	2700
Cultivo	EL DOCTOR	<i>Agave salmiana</i>	77	855.5
Cultivo	EL DOCTOR	<i>Agave salmiana</i> var. <i>ferox</i>	20	222.2

4.2 USOS DE LOS AGAVES PULQUEROS

El *Agave* ha tenido usos integrales en el Altiplano de México (Gonçalves de Lima, 1978). En las localidades estudiadas en la Sierra de “El Doctor”, han sido usos totales de la planta desde la colonización de esta región (fines siglo XIX).

Hay *Agaves* que son originarios de la zona de bienes comunales; mientras que hay otros *Agaves* provenientes de la cabecera municipal (*i.e.* Cadereyta de Montes) o del estado de Hidalgo. Esto último surgió como un intercambio o regalos entre los productores y/o raspadores de estas zonas.

La planta completa la usaron para delimitar terrenos, como cercos vivos y para retener suelos. Por ejemplo, se utilizaron las hojas, el tallo floral (escapo), los botones y flores de la inflorescencia, y los fluidos del xilema. Cada parte de la planta las utilizaron de la siguiente manera: las hojas sirvieron para construcción de casas habitación llamadas soyates o soyatales (en la actualidad ya no existen), como leña, para cubrir la barbacoa, como forraje para ganado, para curar heridas y, las espinas como agujas.

Las bases de las hojas también las preparaban como alimento dulce. El tallo floral, llamado comúnmente quiote, se ingería como alimento dulce o como vigas para la construcción de techos. La inflorescencia denominada “demboos”, “dombey” o “gualumbos” se utilizaban también como alimento pero, sólo de algunas especies, la predilecta es el “chino” o “maguey del monte” (*Agave salmiana* var. *salmiana*) (Tello-Balderas *et al.*, 1988).

Al llegar la planta a su madurez, dependiendo de la especie, que es alrededor de los diez años, se extraían los fluidos del xilema para producción de azúcares, mieles y fermentación para la obtención de pulque. Los fluidos del xilema, que coloquialmente se le llama aguamiel, era utilizado para alimento en ayunas también, combinado con maíz molido se bebía como “atole”. El pulque era sólo tomado bajo ciertas restricciones (Gonçalves de Lima, 1978). Después de varios días de anaquel, el pulque deja rastros de bacterias y levaduras que se les llaman “asiento” o “pie de pulque”, dicho asiento se utilizó para la preparación de “pan de pulque”; lo distintivo era cambiar la levadura tradicional por la que se obtenía a partir del pulque.

Tabla 5. Nombres comunes de las partes del *Agave* pulquero en la Sierra de “El Doctor”.

Localidad	Nombre Botánico	Nombre común	Nombre común en la Sierra de “El Doctor”
EL DOCTOR, Chavarrías, Los Hernández, Los Juárez	Hojas	Pencas	Pencas
EL DOCTOR, Chavarrías, Los Hernández, Los Juárez	Tallo	Tronco	Piña
EL DOCTOR, Chavarrías, Los Hernández, Los Juárez	Tallo floral	Escapo, Quiote	Quiote
EL DOCTOR, Chavarrías Los Hernández Los Juárez	Inflorescencia (Botones florales)	Flores	Demboos, Dombey Demboos Demboos Gualumbos
EL DOCTOR, Chavarrías, Los Hernández, Los Juárez	Brácteas	Corazón	Cojoyo, corazón
EL DOCTOR, Chavarrías, Los Hernández, Los Juárez	Tejidos del meristemo apical	Raspadura	Xanfii, Raspadura
EL DOCTOR, Chavarrías Los Hernández, Los Juárez	Fluidos del xilema	Savia, Aguamiel	Aguamiel
EL DOCTOR, Chavarrías Los Hernández, Los Juárez	Fluidos fermentados del xilema	Savia fermentada, Pulque	Pulque
EL DOCTOR, Chavarrías, Los Hernández, Los Juárez	Cultivo de bacterias	Asiento de pulque	Pie de pulque

El uso mayoritario de la planta son los fluidos del xilema (aguamiel) para la obtención de pulque. En menor proporción se utiliza el aguamiel; éste lo ingieren en ayunas. Un vaso diario es fuente de altas cantidades de carbohidratos simples (Parsons y Parsons, 1990). Sólo una persona de EL DOCTOR

comentó, fuera de las entrevistas, utilizar el aguamiel para la preparación de atole, una bebida a base de maíz.

Las hojas son un elemento importante para la elaboración del platillo a base de ovino llamado barbacoa. Las hojas también se usan para forraje de animales (ganado ovino y bovino); en menor medida se utilizan para leña y curar heridas externas de la piel (quemaduras y cortadas). Finalmente, la base de las hojas se utiliza para la preparación de golosinas en cuaresma; las cuecen y obtiene una textura suave y de sabor ligero.

La inflorescencia (los botones florales) sólo se puede aprovechar en los meses de abril a agosto aproximadamente (figura 2). Este periodo de floración sólo ocurre una vez cada año, dependiendo de la madurez de la planta. Sólo florecen después de un periodo prolongado que puede ser truncado por la obtención de los fluidos del xilema (Parsons y Parsons, 1990; Gonçalves de Lima, 1978; Tello-Balderas y García-Moya, 1988). Las inflorescencias son preparadas generalmente con huevo y provienen en su mayoría del *Agave* “chino” que es de tierra de uso comunal, es decir que no está regulada su explotación.

El tallo floral, llamado escapo o comúnmente quiote se utiliza como dulce. En la época de cuaresma es altamente codiciado sobre todo en las localidades de EL DOCTOR y “Chavarrías”. Posee altas ventas y los campesinos obtienen un ingreso de \$15.00 MXN por el tallo completo cocido como venta de mayoreo y como venta al menudeo de \$5.00 MXN la rebanada del tallo floral (com. pers. Informantes). Al igual que las inflorescencias, el escapo proviene de la especie de *Agave* “chino” (*A. salmiana* var.¿?). Este producto es una golosina con duración de siete días aproximados en anaquel. Este tipo de uso no fue encontrado dentro de las entrevistas pero sí en otras ocasiones con los informantes de EL DOCTOR y “Chavarrías”.

La planta completa la utilizan en baja proporción como cercos vivos, u ornamental. Este uso también queda fuera de las entrevistas realizadas, permanece dentro de las observaciones del entorno.

4.3 PRÁCTICAS DE MANEJO DE LOS MAGUEYES PULQUEROS

Una práctica de manejo se refiere a la forma en que se utiliza una especie para su explotación, manejo y aprovechamiento. Los *Agaves* pulqueros en la Sierra de “El Doctor” son especies forestales no maderables, ya que a partir de ellos se obtienen distintos productos. Estas especies de *Agave* poseen

distintas prácticas de manejo. Esta planta posee un manejo complejo puesto que se utiliza y/o extrae por completo (GAIA, 2004). A continuación, se describirán las prácticas de manejo que llevan a cabo los pobladores de las localidades estudiadas.

4.3.1 Trasplante de plantas jóvenes

Cada planta de *Agave* comienza como un clon (cultivo, manejo *in situ* y lugar conservado) de la base de una planta madre llamado comúnmente como hijuelo (*i.e.* porque emerge desde las raíces de la planta). Aunque, pudo en algún momento originarse de una semilla (Figura 3). Las variedades de maguey encontradas en la Sierra de “El Doctor” generan sus clones alrededor del segundo o tercer año después del trasplante y persiste hasta su madurez (aproximadamente a los diez años). La producción de estos clones puede ser de tres o cuatro por año.

En resumen, el trasplante consiste en extraer la planta joven de su ubicación original cerca de la base de la planta madre con una herramienta llamada barreta (del mismo cultivo o zona de manejo *in situ* con bajo porcentaje de pedregosidad) y mantenerlo a cielo abierto en campo por un par de semanas o meses. El *Agave* es plantado en parches en cultivo intensivo generalmente o se permite que se restablezcan solos en las zonas de manejo *in situ*.

4.3.2 Cuidado de la planta en crecimiento

Al momento que el *Agave* ya fue trasplantado las herbáceas o plántulas que crecen a su alrededor se deben controlar, en especial, durante la época de lluvia. Sin embargo, esto sólo ocurre en ocasiones en las zonas de cultivo, en zonas de manejo *in situ* con alta pedregosidad es difícil este proceso. Las hojas externas de la planta madre se deben recortar (*i.e.* podar) periódicamente para apresurar su desarrollo pero, esto ocurre más frecuente en los cultivos. Por lo tanto, la poda debe ser en primavera anterior a la aparición de la mayor producción de savia durante la época de lluvia. Esto permite remover las hojas menos productivas y la pérdida de savia es mínima. De las hojas que se extraen, la ceniza puede ser útil para fertilizante, aunque esto no fue encontrado como práctica entre los campesinos. La poda es periódica pero con baja atención en las plantas madre en zonas de manejo *in situ*.

4.3.3 “Castración” y colecta de la planta madura

El proceso de “castración” incluye la remoción del escapo o tallo floral (“quiote”) antes que se termine de formar. La extracción de aguamiel necesita que se prepare una cavidad del meristemo apical de la planta, en el cual se colecta los fluidos del xilema (cajete). Sólo de esta manera estos fluidos están disponibles para el uso humano.

La “castración” ocurre a las tres o cuatro semanas después de la primera aparición de los signos externos de alcanzar la madurez, es decir, del tallo floral. Lo más importante es observar el primer agrupamiento de hojas jóvenes que coloquialmente se le conoce como “cojoyo” como signo de próxima madurez. Después de la “castración”, la planta se deja por una semana o dos. La “castración” ocurre a lo largo del año, depende de la etapa de madurez en la que se encuentra cada planta.

Lo siguiente es el proceso de “picazón”. Se le llama “picazón” a la operación de remover material de: médula, haces vasculares (la base), de tejidos del parénquima (tallo) y trazas foliares del *Agave* pulquero. De esta forma, se crea una cavidad central donde se almacena y colecta el aguamiel. La cavidad posee entre 15 y 20 cm de diámetro y 10 a 15 cm de profundidad.

4.3.4 La “Raspada” (colecta y transporte de aguamiel)

1. Remover la materia orgánica que se encuentra en putrefacción después de efectuar la “picazón”.
2. Se utiliza un raspador de mano para remover, “raspar”, una capa delgada de tejidos del parénquima. La raspada irrita la superficie de la cavidad y comienzan a emerger los fluidos del xilema. La apertura de la cavidad se cubre con una piedra o una sección de la hoja de *Agave* para protegerla de la precipitación o animales. Esta acción se repite dos o tres veces al día. Este es el momento de la producción de aguamiel de un *Agave* pulquero.

Durante dos a seis meses permanece productiva cada planta de *Agave* pulquero. Los fluidos del xilema (aguamiel) son colectados y almacenados en un contenedor de plástico, anteriormente se utilizaba el “acocote” (*Lagenaria siceraria*) para extraer el aguamiel, y se deposita en un lugar donde se va a fermentar más adelante. A la persona que se encarga de raspar y colectar (extracción) se le llama raspador o tlachiquero.

4.3.5 Fermentación del aguamiel

Una vez que se raspa el *Agave*, el aguamiel que se recolecta se lleva a un lugar donde ocurre la fermentación. Las características del almacenamiento y futura preparación del pulque son los siguientes:

1. El pulque “maduro”, “semilla de pulque”, “pie de pulque” (levaduras que provienen del asiento de esta bebida) es el primer elemento que hay para la preparación del pulque. El aguamiel “fresco” se mezcla con el “pie de pulque” para producir la fermentación en tiempo más corto. Si no existe esta “semilla”, entonces se produce a partir de aguamiel reciente.
2. Hay un depósito para vaciar el aguamiel y el “pie de pulque”. Por lo general los depósitos son de plástico con distintas capacidades, depende del tipo de producción que manejan los campesinos.
3. El lavado y limpieza de los contenedores y herramientas del proceso de fermentación es esencial para la producción de pulque de alta calidad. El secreto del “buen pulque” es la higiene. Los microorganismos que se forman de manera natural pueden provocar que el pulque no pueda ser ingerido.
4. Finalmente, el tiempo de anaquel del pulque es de aproximadamente 24 horas, tomando en cuenta que se guarda en un lugar fresco generalmente, puesto que la temperatura anual promedio de esta zona es de 14 °C.

4.3.6 Calendario de Manejo

El manejo del maguey pulquero puede ser a lo largo de todo el año sin importar la época de lluvia o secas. Sin embargo, las prácticas de manejo de un maguey poseen la duración de dos a seis meses dependiendo de la especie, subespecie o variedad. En la Sierra de “El Doctor” aprovechan los magueyes pulqueros con distintos fines que se muestran en la figura 3. Los usos-productos de los magueyes pulqueros dependen de la fenología de la planta porque los cambios climáticos permiten, en este caso, la floración. El maguey es una planta conspicua y perenne de mediano crecimiento, en cuanto a tiempo, en el cual la floración sólo ocurre una vez en su periodo de vida. En la Sierra de “El Doctor” el periodo de floración de los magueyes sucede en los meses de abril a agosto que es la época más cálida en la región de la Sierra de “El Doctor”.

Productos y Fenología de los Magueyes Pulqueros

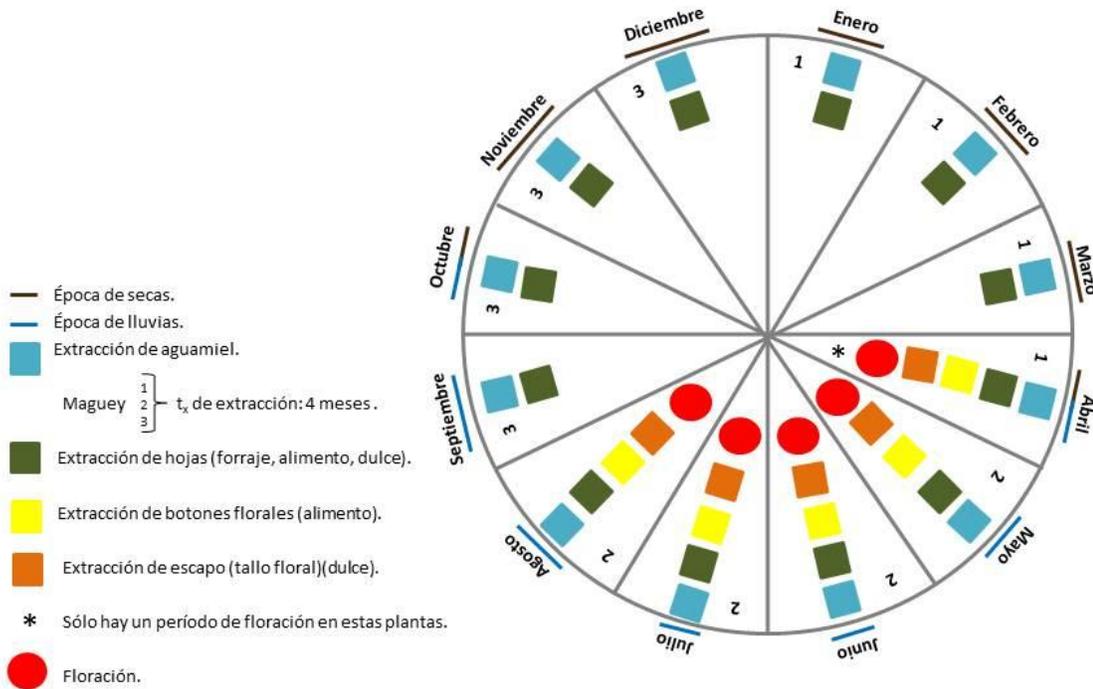


Figura 3. Usos (productos) relacionados con la fenología de los magueyes pulqueros en la Sierra de “El Doctor”. Una planta de *Agave* puede ser usado para la extracción de aguamiel durante dos a seis meses, el tiempo promedio (t_x) que se indica en la figura es de cuatro meses, así que *e.g.* un maguey pulquero posee una duración de extracción de un tercio del año.

4.3.7 Cultivos

De acuerdo a las entrevistas, la gente también procura podar las plantas madres y hacer los trasplantes de los magueyes pulqueros en un tiempo promedio de dos semanas. El proceso de castración, raspado y colecta de aguamiel es igual que en el esquema general. La poda también la llegan a utilizar, las hojas que son cortadas pueden servir como forraje para los ovinos.

En general, el esquema de manejo en cuanto a la extracción de aguamiel para generar el pulque es como se describió anteriormente. En cuanto a los cuidados de la planta tanto en Chavarrías como en

EL DOCTOR procuran abonar el suelo con materia orgánica proveniente de heces de ovinos o de residuos alimenticios.

Estas prácticas de manejo corresponden a la propiedad privada donde hay producción para venta. Generalmente, las plantas provienen de hijuelos (ver figura 3). Además, los campesinos procuran alinear en filas y columnas las plantas madre para la extracción de aguamiel, ello se observa en la distribución espacial ordenada de las especies, subespecies y variedades que posee cada productor. En este caso, el ecosistema boscoso es cambiado y usualmente, hay mayor densidad y abundancia de magueyes pulqueros, es decir que hay una tendencia hacia el monocultivo con baja presencia de herbáceas, baja abundancia de arbustos y árboles.

4.3.8 Manejo *in situ*

En la localidad de Los Hernández debido a que la extracción es menor que en los cultivos y sólo una persona es la que vende, entonces la producción es relativamente baja debido a la demanda del producto. La poda y el cuidado de las plantas es mínima en esta localidad debido a la alta pedregosidad como se muestra en la figura 4. Los magueyes pulqueros se encuentran en zonas de bienes comunales o de propiedad privada, donde se aglomeran en parches de acuerdo al estudio ecológico.

En este caso, los magueyes provienen de hijuelos y el trasplante puede ocurrir. La extracción es directa y el ecosistema no es cambiado para un sistema de monocultivo. Sin embargo, hay una baja abundancia de árboles y arbustos, con presencia de herbáceas. Los raspadores pueden extraer de algunos magueyes el aguamiel debido a que no todos poseen la madurez necesaria para la extracción; es decir que cada raspador procura dejar algunas plantas para futuras extracciones.

Los Juárez tiene un esquema de manejo parecido al general, sin embargo el abono y la poda es mínima. El proceso de castración y raspado es igual, parecido en general al de Los Hernández y los sitios de cultivo. Los magueyes se encuentran en parches y el ecosistema fue alterado porque se encuentran cercanos a la carretera y frente a casas-habitación. Los magueyes pueden encontrarse dentro de propiedad privada, huertos familiares o cerca de zonas federales (camino). En esta localidad no hay cobertura orgánica, en la estructura de la comunidad vegetal persisten los árboles de *Juniperus monosperma*, *J. flacida* y *Quercus greggii* pero, es baja la abundancia en herbáceas y arbustos. Por lo

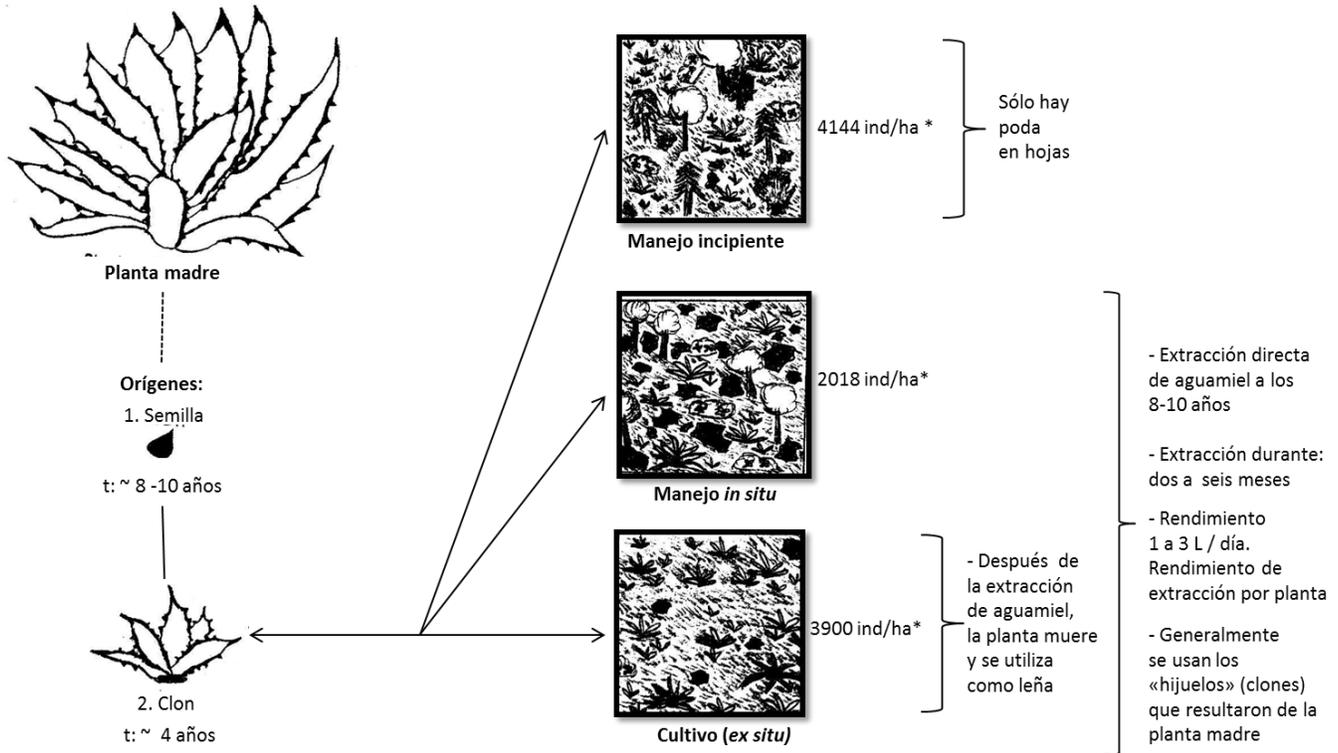
tanto, se observó que hay mayor diversidad de especies vegetales en la localidad de Los Hernández que en Los Juárez.

4.3.9 Manejo incipiente

En esta intensidad de manejo sólo se observó la poda de las hojas. Además, no hay individuos (rametos) de talla adulta que se utilicen para la extracción de aguamiel. Esta zona como se muestra en la figura 4 es un sitio conservado, ya que posee una baja o nula extracción de los recursos naturales (vegetales sobre todo) y la estructura de la comunidad es heterogénea en contraste de los sitios bajo manejo *in situ* y de cultivos.

Este sitio puede pertenecer a una zona federal, por lo tanto, la posible extracción puede no estar regulada. Sin embargo, no se encontró rastros o evidencia de ello. Este parche del ecosistema prevalece con una estructura más diversa que en las otras dos intensidades de manejo. Los magueyes se encuentran también en parches, debido a su crecimiento modular. El origen de estos magueyes fue originalmente por semilla pero, se observó que en este manchón de vegetación persisten los hijuelos y son múltiples para cada planta madre y es difícil distinguir en campo estas diferencias. Los magueyes persisten entre herbáceas, árboles y arbustos. La cobertura vegetal está presente en forma de hojarasca y heces de ovino y otros mamíferos de tallas pequeñas (*e.g.* conejo, zorro). Finalmente, en este fragmento del ecosistema no se encontraron magueyes pulqueros con presencia de tallos florales.

Diagrama de Manejo



* Densidad de individuos de magueyes pulqueros estudiados (individuos/hectárea)

Figura 4. Diagrama de las prácticas de manejo de las especies de *Agave pulquero* en la Sierra de “El Doctor”. El diagrama está dividido en las tres intensidades de manejo encontradas en la zona de estudio: manejo incipiente, manejo *in situ* y manejo *ex situ* (cultivo).

4.4 DESCRIPCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE AGUAMIEL, PULQUE Y OTROS PRODUCTOS

A partir de las entrevistas levantadas se estimaron los siguientes valores (Tabla 6) para la producción de aguamiel y pulque en las localidades bajo manejo *in situ* (Los Hernández y Los Juárez) y en cultivos (Chavarrías y EL DOCTOR). Se observa que la producción es menor bajo manejo *in situ* que en zonas de cultivos. Esto se debe a que sólo hay un productor de venta en cada localidad de manejo *in situ*, mientras que en las localidades con manejo intensivo (cultivos) hay dos o más productores dedicados a una venta de excedentes. EL DOCTOR es la localidad que posee una producción de pulque más alta a comparación de las otras tres localidades evaluadas a partir de los datos que arrojaron las entrevistas.

Tabla 6. Producción mensual y anual de pulque en la Sierra de “El Doctor”.

Intensidad de Manejo			
<i>In situ</i>	<i>In situ</i>	Cultivo	Cultivo
H	J	C	D
840 L/mes	690 L/mes	2190 L/mes	3480 L/mes
10220 L/año	8395 L/año	26645 L/año	42340 L/año

Estas ventas en la localidad de EL DOCTOR se deben a que hay ventas locales y externas a la localidad. Entonces, la demanda del producto permite una mayor extracción por parte del productor. Sin embargo, los ingresos por cada litro de pulque es bajo, ya que el precio de venta promedio es de \$5.00 MXN. Si un productor llegara a vender en promedio 30 L de pulque mensuales (si existiera la posibilidad de una venta constante) obtendría un ingreso de \$4 500.00 MXN que para una familia agraria resulta en un apoyo a los gastos familiares.

4.4.1 Relación entre la producción y consumo de pulque

Si se toma en cuenta la tabla 4 se puede observar que la oferta y demanda del producto de pulque es menor en los sitios bajo manejo *in situ* y los de cultivo. Esto se puede deber en parte a que los sitios bajo manejo *in situ* se encuentran en carreteras de terracería menos transitadas en contraste con las localidades de EL DOCTOR y Chavarrías que se encuentran pavimentadas con una población mayor y, por consecuencia, con una mayor demanda del producto.

Los sitios con manejo *in situ* están más propensos al autoconsumo y una venta de excedentes baja. En las zonas de cultivos, se promueve el autoconsumo, hay una venta de excedentes constante principalmente por la población de las mismas localidades aunque con ventas al público en general bajas.

4.4.2 Consumo de pulque en la Sierra de “El Doctor”

El consumo de pulque en las localidades estudiadas en la Sierra de “El Doctor” es principalmente por personas adultas (igual o mayores a 35 años de edad). Las generaciones de jóvenes de 18 años en adelante tienen una preferencia hacia otras bebidas más comerciales como la cerveza. Sin embargo, la demanda del producto permite una venta de excedentes en zonas de cultivo con mayor comunicación

con localidades aledañas *e.g* San Joaquín, así como una venta constante a la población rural que toma sus alimentos con el producto.

El pulque como bebida fermentada es parte de la rutina diaria de los campesinos. Ya sea para una bebida refrescante y energizante, como acompañamiento de los alimentos de mediodía. A consecuencia de ello, hay familias que poseen un par de plantas madre de las cuales pueden extraer aguamiel y fermentarlos de manera casera.

4.5 RELACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD DE MANEJO Y LA CLASE ECOLÓGICA DE LOS MAGUEYES PULQUEROS

La figura 5 muestra la talla de las especies de *Agave* pulquero identificadas en el estudio ecológico por sitio por intensidad de manejo. Cada histograma representa la estructura de la población de *Agave* en cada sitio. Si el histograma presenta forma de *J*, entonces es una población joven y en crecimiento; si posee forma de campana, entonces es una población con tendencia a la fase adulta y con reclutamiento; si muestra una forma de *J* invertida, entonces se observa la presencia de una población adulta con poco reclutamiento y que es difícil que persista en el tiempo.

El análisis de la distribución espacial indicó la disposición de los magueyes pulqueros en dos dimensiones, sin embargo fue dado por las abundancias de cada especie de *Agave*. Por lo tanto, la abundancia de una especie, subespecie o variedad está condicionada por la presencia de la planta madre y los hijuelos encontrados.

En el caso del sitio conservado inciso b) en la figura 5 (SM) hay mayor presencia de genetos (planta madre e hijuelos) pero, su distribución no está alineada (no es uniforme). Entonces, se observó que el manejo del recurso por parte de los campesinos es mínimo o nulo. El histograma presenta una forma de campana que indica la prevalencia en las tallas medianas (clases de frecuencia 2-4). La prevalencia en las tallas medianas muestra una regeneración de la especie sin llegar todavía a una fase adulta de la planta. Por lo tanto, se le puede considerar una población joven y con reclutamiento activo.

Por el contrario, para *A. salmiana* (inciso a, figura 5) de manejo *in situ* (H1, H2, J) se encuentra con mayor frecuencia en las primeras dos clases que indica una forma *J* en el histograma, siendo así una población joven con presencia de pocos adultos. En contraste, en los cultivos *A. salmiana* tiene

preferencia por la clase dos en C y mayor prevalencia en las clases uno en D; también son poblaciones jóvenes donde hay mayor reclutamiento que adultos.

Para *A. salmiana* var. *ferox* (inciso c, figura 5), la mayor frecuencia bajo manejo *in situ* (H1 y J) se encuentra en la segunda clase, mientras que en los cultivos está en la clase uno. El histograma presenta una forma de campana en manejo *in situ* y de J en los cultivos. Sin embargo, se muestra que tanto en intensidad de manejo *in situ* y de cultivo son poblaciones jóvenes con mayor persistencia de plántulas y plantas jóvenes. En los cultivos hay reclutamiento y persistencia de adultos.

En *A. americana* (inciso d, figura 5), la mayor frecuencia bajo manejo *in situ* es en la clase uno, en los cultivos es distinto en C hay predilección por la clase dos, mientras que en D hay preferencia por la clase uno. Se observa que las poblaciones son jóvenes con una alta frecuencia de reclutamiento con persistencia de adultos.

Para *A. salmiana* ssp. *crassispina* (inciso e, figura 5) se muestra la preferencia por la clase uno, es decir que hay abundancia en plántulas y plantas jóvenes (0-66 cm altura). Esta es una población joven con reclutamiento, presencia de tallas medianas e individuos adultos. Se observa que es la subespecie predilecta en este sitio de cultivo.

Talla de los *Agaves* pulqueros de la Sierra de “El Doctor”

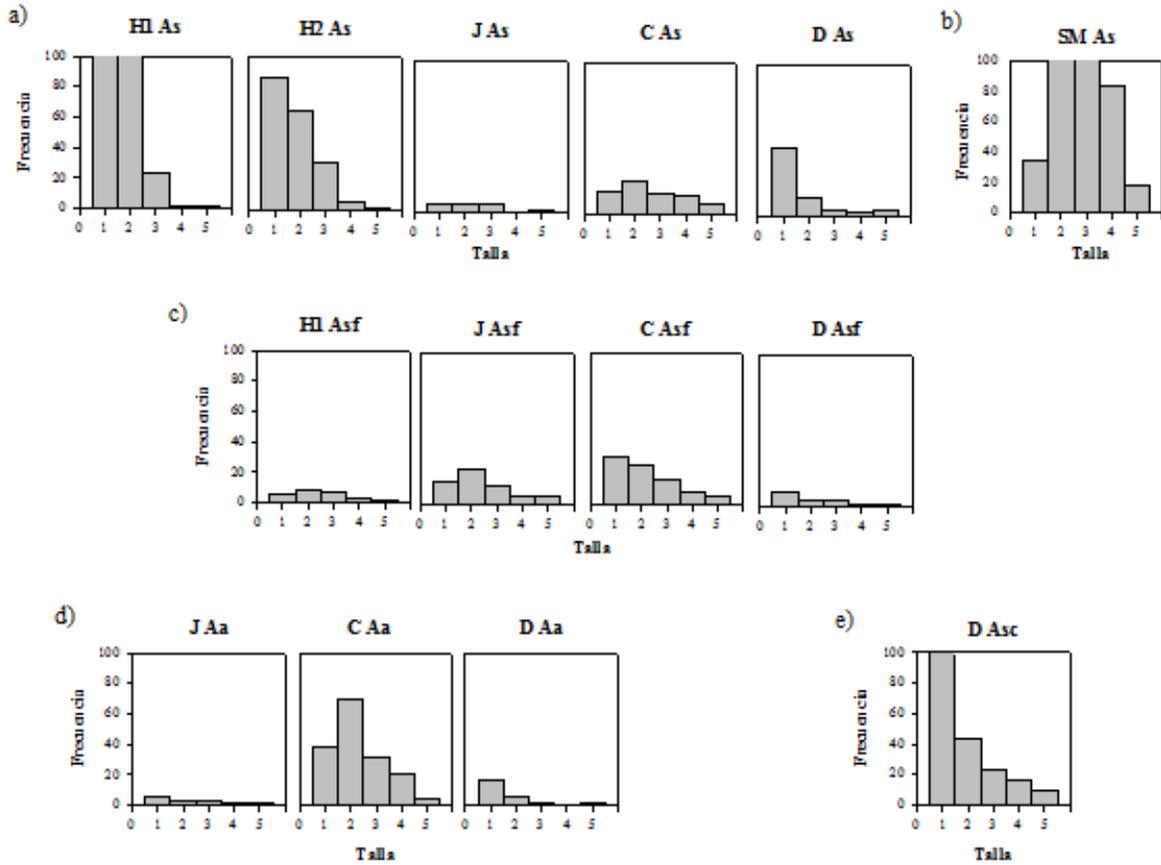


Figura 5. Histogramas de frecuencia de la talla de los magueyes pulqueros evaluados bajo las tres intensidades de manejo encontradas. El eje *x* muestra la talla de los magueyes bajo cinco clases en un rango de valores 1-330 cm (0-66; 67-132; 133-198; 199-264; 265-330). El eje *y* presenta la frecuencia de los valores (0-100). Los incisos siguientes indican las especies de *Agave* pulquero bajo cultivo (C, D), manejo *in situ* (H1, H2, J) y manejo incipiente (SM): a) *Agave salmiana*, b) *A. salmiana* (10 formas), c) *A. salmiana* var. *ferox*, d) *A. americana*, e) *A. salmiana* ssp. *crassispina*.

5. DISCUSIÓN

En un estudio poblacional de *Agaves* en San Luis Potosí y Zacatecas las especies utilizadas por orden de importancia fueron *A. mapisaga* var. *mapisaga*, *A. salmiana* var. *salmiana* según Tello-Balderas y García-Moya (1988) que es lo contrario a lo que reportó Gentry (1982). En este estudio *A. salmiana* y *A. americana* con sus variedades fueron los más abundantes en contraste de lo que Gentry y Tello-Balderas y García-Moya (1988) descubrieron.

Agave salmiana ssp. *crassispina* fue la subespecie silvestre más abundante y de mayor importancia económica en el área de estudio, encontrándose diversidad de formas, sin que por ello cambien su nombre común (Tello-Balderas y García-Moya, 1988). Esto fue afirmado durante el estudio que hicieron en Zacatecas, sin embargo fue la más abundante en el sitio de cultivo de EL DOCTOR.

Si se toma en cuenta la morfología de las especies de *Agave* pulquero, entonces se puede encontrar en una confusión. Según Infante *et al.* (2003), afirma que las poblaciones de un mismo sitio, son iguales genéticamente pero morfológicamente ¿También? La suposición sería que sí son iguales. Sin embargo, las poblaciones de distintos sitios son diferentes genéticamente también. Por lo tanto, si los individuos de poblaciones de sitios diferentes fueron plantados en un cultivo, podría deberse a ello el gradiente de la variabilidad morfológica. En el caso del sitio con manejo incipiente puede ser esto lo que ocurrió pero, debería analizarse desde la genética poblacional para confirmar las sospechas de la variabilidad morfológica. En cambio, en los sitios de cultivo *e.g* EL DOCTOR puede haber variabilidad morfológica a nivel de las estructuras foliares en cada subespecie y variedad de los magueyes pulqueros.

Hay que tomar en cuenta que la variabilidad de los magueyes respecto a las subespecies y variedades se debe a dos factores: al natural (ecosistema) y al humano. *E.g.*, en la zona conservada el ambiente fue el que permitió la variabilidad en formas de la especie *Agave salmiana*. Por el contrario, en zonas de manejo *in situ* y de cultivo, la intensidad de manejo ha permitido una reducción en las variedades y subespecies resultado de cambios físicos en los magueyes a lo largo de un gradiente temporal que las pudo llevar a reducir la variabilidad genética.

El punto de la variabilidad morfológica que en este estudio se enfocó a las subespecies y variedades, puede deberse también a que los clones se intercambien entre campesinos o se colecten de zonas donde hay plantas silvestres y así, se mantiene la variedad en los campos de cultivo (Colunga-

GarcíaMarín y Zizumbo-Villareal, 2006). Durante las entrevistas hubo personas que comentaron al respecto de los intercambios y de la extracción de aguamiel en zonas con manejo *in situ* y que después hubo resiembra de algunas de esas plantas a sus cultivos de traspatio. Esto pudo ser común en los cultivos de Chavarrías y EL DOCTOR donde se encontraron subespecies y variedades de *A. americana* y *A. salmiana*.

En cuanto al manejo, la falta de atención a la fertilización y cuidado de las plántulas de *Agave* podría afectar su productividad y disminuirla (Parsons y Parsons, 1990). Sin embargo, en una economía como de la Sierra de “El Doctor” donde los productos de *Agave* son marginales y la labor humana es cara, el desvío de los campesinos en el cultivo de maguey es predecible. Además, *e.g.* en los sitios de manejo *in situ* esto podría ocurrir no sólo porque los productos de los magueyes pulqueros son bajos, sino también por el acceso a las plantas; el factor puede ser el alto porcentaje en pedregosidad en Los Hernández, mientras que en Los Juárez se puede deber a una disminución en la demanda del producto.

En cuanto al consumo de pulque se encontraron que son extraídos de zonas bajo manejo *in situ* y cultivados, cada productor resiembra variedades que en general son de uso personal o de venta de excedentes. En Jalisco, Colunga-GarcíaMarín y Zizumbo-Villareal (2006) encontraron que los campesinos poseían cultivos de *Agave* de manera tradicional y siembran variedades no comerciales (diferentes a *A. tequilana*) y son de autoconsumo.

Actualmente, el factor primario que determina que tan pronto debe ser la producción de aguamiel es el estado del mercado de pulque. Si los precios son buenos entonces comenzará tan pronto como sea factible, si los precios son bajos, entonces se retrasarán (Parsons y Parsons, 1990). En el caso de la Sierra de “El Doctor”, puede existir esta relación entre oferta y demanda y las extracciones de aguamiel pueden ser de pocos individuos de manera constante a lo largo del año.

El periodo de producción es de tres a cuatro meses y son raspados tres veces al día. El frío afecta negativamente la producción, raspándose dos veces de noviembre a febrero. La producción es muy variable; una estimación es de tres litros diarios. Producciones de cinco a 12 litros de aguamiel [diario] son reportadas por Ruvalcaba (1983) para los magueyes de Epazoyucan, Hidalgo destacando el maguey “ayoteco” con ocho a 12 litros (Tello-Balderas y García-Moya, 1988). Por el contrario, en la Sierra de “El Doctor” la producción es distinta porque dependiendo de la intensidad de manejo la extracción de aguamiel es mayor o menor. *E.g.* en las localidades bajo manejo *in situ*, la producción de aguamiel es

menor que en las localidades que poseen cultivos. La producción diaria en promedio puede ser de dos a cinco litros dependiendo de la especie de *Agave*.

Otro punto, es que la reproducción asexual que es la que presentan los magueyes pulqueros en la Sierra de “El Doctor” genera en un periodo temporal corto (anual) con un gran número de individuos de etapas tempranas de desarrollo como se observa en los histogramas de frecuencia de las tallas de las especies de *Agave* pulquero. De esta manera, aseguran la sobrevivencia bajo condiciones adversas al mantenerlos unidos a la planta madre en las etapas juveniles (Infante *et al.*, 2003). El manejo de estas plantas en la Sierra de “El Doctor” puede que sea adecuado en zonas de manejo *in situ*, sin embargo en las zonas de cultivo el tipo de extracción de monocultivo podría afectar la diversidad genética y morfológica.

La distribución espacial indicó que las especies de *Agave* persisten en parches modulares y con tendencia a la agregación. La distribución puede encontrarse de manera uniforme en las zonas de cultivo, mientras que en los sitios de manejo *in situ* se encuentran en parches, con tendencia a la agregación pero sin uniformidad definida. Finalmente, en la zona conservada se encuentran en parches sin uniformidad. Esto, sólo tomando en cuenta el complejo de magueyes que se encuentran en cada parche de la vegetación estudiada.

La talla de los magueyes pulqueros es variable dependiendo de la intensidad de manejo. Esta relación es diferente entre la zona conservada y las zonas bajo manejo *in situ* y de cultivo. En la zona conservada se encontró una mayor presencia de genets distribuidos en parches no uniformes, esta población de *A. salmiana* es joven y con reclutamiento. En contraste, *A. salmiana* en los sitios de manejo *in situ* y cultivos se encuentran poblaciones jóvenes con baja presencia de adultos; en dos zonas de manejo *in situ* es más abundante (H1, H2) su distribución es igualmente en parches. Para *A. salmiana* var. *ferox* tienen tendencia a ser poblaciones jóvenes en zonas de manejo *in situ* y de cultivo, en ambos hay reclutamiento y persistencia de adultos con distribución en parches y tendencia a la agregación. En *A. americana* las poblaciones son jóvenes bajo manejo *in situ* y en D, mientras que en C (sitio de cultivo) hay una población estable con alto reclutamiento y baja incidencia en adultos con una distribución en parches y agregados. Finalmente, *A. salmiana* ssp. *crassispina* es una población con alta incidencia en plántulas, con reclutamiento y baja presencia de adultos; esta es la subespecie preferida en el sitio de cultivo D.

Por lo tanto, la preferencia por las especies, subespecies, o variedades de maguey pulquero en cada sitio es distinta, *e.g.* en H1 y H2 hay mayor abundancia de *A. salmiana*, mientras que en J es de *A. salmiana* var. *ferox*, en los cultivos hay preferencia por *A. americana* (C) y *A. salmiana* ssp. *crassispina* (D). En general la preferencia es hacia *A. salmiana* y sus subespecies o variedad tanto en la zona conservada, manejo in situ y los cultivos.

En general, la tenencia de la tierra no tiene una relación clara con el manejo de las especies de maguey pulquero. Esto es debido a que actualmente no hay disponibilidad de la información de catastro de Querétaro. Sin embargo, según las entrevistas hechas a los productores, a los comisariados, y de la ayuda del mapa de tenencia de la tierra se trabajaron con supuestos sobre la tenencia de la tierra. Esto se efectuó para contextualizar a los magueyes pulqueros dentro de su hábitat actual en la Sierra de “El Doctor”.

El método propuesto fue eficaz ante la obtención de información de la distribución, asociación, prácticas de manejo de los magueyes pulqueros. Pero, en cuanto a la tenencia de la tierra la información no pudo ser alcanzada por problemas de acceso a la información, esto impidió un análisis claro de la relación de la tenencia de la tierra y el manejo con las plantas. Además, al trabajar con varias zonas de muestreo se complican las relaciones de la planta con respecto a la descripción del ambiente, si se trabajara con tres localidades pudiera ser más favorecedor para los resultados.

Referencias

- Appendini, K. y Torres-Maznera, T. 2008. ¿Ruralidad sin agricultura? Capítulo II. La transformación de la vida rural de tres ejidos del centro de México. Del estado agrarista al estado desarrollista. Las reformas institucionales y el nuevo contexto agrario mexicano. El Colegio de México. Centros de Estudios Económicos: México: 27-57.
- Becerra, L. 1988. El Pulque, Ancestral Bebida Obtenida del Árbol de las Maravillas. Nueva Antropología. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. México, 10(34):195-198.
- Bowen, S. y Valenzuela-Zapata, A. 2009. Geographical indications, terroir, and socioeconomic and ecological sustainability: The case of tequila. Journal of Rural Studies (25): 108-11.
- Bray, D. B.; Durán Medina, E.; Merino Pérez, L.; Torres Rojo, J. M. y Velázquez Montes, A. 2007. Nueva Evidencia: Los bosques comunitarios de México protegen el ambiente, disminuyen la pobreza y promueven paz social. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A.C. México.
- Carmona-Lara, M. P.; Foroughbakhch, R.; Flores-Valdés, A.; Alvarado, M. A.; Guzmán-Lucio, M. A. 2008. Flora Cactológica y especies asociadas en el área natural protegida Sierra Corral de los Bandidos, Nuevo León. Revista Mexicana de Biodiversidad 79: 307-323.
- Castaneda, H. y Stepp, J.R. 2007. Ethnoecological Importance Value (EIV) Methodology: Assessing the Cultural Importance of Ecosystems as Sources of Useful Plants for the Guaymi People of Costa Rica. Ethnobotany Research & Applications 5:249-257.
- Colunga García Marín, P. y Zizumbo Villareal, D. 2006. Tequila and other *Agave* spirits from west-central Mexico: current germplasm diversity, conservation and origin. Biodiversity Conservation 16: 1653-1667.
- Colunga García Marín, P. y May Pat, F. 1997. Morphological variation of Henequén (*Agave fourcroydes*, Agavaceae) germplasm and its wild ancestor (*A. angustifolia*) under uniform growth conditions: Diversity and domestication. American Journal of Botany 84 (11): 1449-1465.

- de la Peña, G. e Illsley, C. 1999. Productos Forestales no Maderables y Legislación Ambiental: sobre Regulación y Vacíos Jurídicos. Grupo de Estudios Ambientales: GEA.
- de Gortari, L. 1997. Comunidad como Forma de Tenencia de la Tierra. Estudios Agrarios. Revista de la Procuraduría Agraria (8): 1-22.
- GAIA. 2004. Métodos para la Valoración de Productos Forestales No Maderables con fines de manejo sostenible. Memoria del taller 20-22 de mayo Santa Ma. Huatulco, México. Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental, México.
- García-Mendoza, A.J. 2007. Los Agaves de México. Ciencias: Universidad Nacional Autónoma de México. México, 87: 14-23.
- García-Rivas, H. 1991. Cocina Prehispánica Mexicana. Capítulo 5: El maguey y el pulque. Panorama: México: 57-69.
- Gentry, H. S. 1982. Agaves of Continental North America. University of Arizona: U.S.A.
- Gerique, A. 2006. An introduction to ethnoecology and ethnobotany: Theory and Methods. Advanced Scientific Training.
- Gobierno del Estado de Querétaro. 2009. Municipios e Información General de Ciertas localidades. México. Disponible en: <http://www.queretaro.gob.mx>
- Gonçalves de Lima, O. 1978. El Maguey y el Pulque en los Códices Mexicanos. Fondo de Cultura Económica: México.
- Guzmán-Molina, M.A.; Osorio-Franco, L.E. y Roitman-Genoud, P. 2004. Urbanización rural, el caso de la delegación de Santa Rosa Jáuregui, Querétaro. Culture, Society & Praxis 3(1): 80-92.
- INEGI. 2005. Censo Poblacional del Estado de Querétaro. Municipio de Cadereyta de Montes. Localidades: Chavarrías, El Doctor, Los Hernández y Los Juárez.
- Merino, L. 2004. Conservación o deterioro. El impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en el uso de los bosques en México. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. Google Books. En línea. Libro.

- Methodus. 1999. Seminario: Oportunidades para el Aprovechamiento Sostenible de Especies Forestales no Maderables en México y Centroamérica. Oaxaca: México. RAISES.
- Ortega-Huerta, M.A. y Kral, K.K. 2007. Relating biodiversity and landscape spatial patterning to land ownership regimes in northeastern Mexico. *Ecology and Society* 12(2): 12 [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art12/>
- Paré, L. 1998. El Manejo de los Recursos Forestales No Maderables: ¿una estrategia para la conservación y el desarrollo sustentable? Instituto de Investigaciones Sociales-UNAM. México.
- Parsons, J.R. y Darling, J.A. 2000. Maguey Utilization in Mesoamerican Civilization: A Case for Precolumbian "Pastoralism". *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. México. 66:81-91.
- Parsons, J.R. y Parsons, M.H. 1990. Maguey utilization in Highland Central Mexico. *Anthropological Papers, Museum of Anthropology, University of Michigan*. E.U.A.
- Pineda, R. 2010. UAQ. Posgrado en Gestión de Cuencas.
- RAN. 2002. Registro Agrario Nacional. Plano Catastral de El Doctor y Los Juárez. Municipio de Cadereyta de Montes, Querétaro. México.
- Ruvalcaba, J. 1983. El maguey manso, historia y presente de Epazoyucan, Hidalgo. *UACH. Cuadernos Universitarios*: 4.
- SPSS Inc. 2001. *Statistics: Histogram. SigmaPlot User's Guide. SigmaPlot for Windows. Systat Software version 7.101*. E.U.A.
- Tello-Balderas, J.J.; García-Moya, E. 1988. El maguey (*Agave*, subgénero *Agave*) en el altiplano potosino-zacatecano. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 48:119-134.
- Velázquez, G. 2010. Comunicación Personal en EL DOCTOR. Entrevista informal con terrateniente.
- Wilkinson, G. R. 1999. Codes of forest practice as regulatory tolos for sustainable forest management. 18th Biennial Conference of the Institute of Foresters of Australia, Hobart, Tasmania.
- Zúñiga, I. y CCMSS. 2009. Impactos de la Crisis Económica en el Sector Forestal Mexicano. Nota Informativa No. 25. Centro Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible: CCMSS, México.

CONCLUSIONES GENERALES

Las especies de *Agave* estudiadas en la Sierra de “El Doctor” poseen una tendencia a una distribución espacial agregada. Según el análisis de asociación espacial se encontró que las especies de *Agave* se encuentran disociadas entre sí. Igualmente, se encuentran disociadas de las especies arbóreas predominantes de la comunidad vegetal (*Pinus cembroides*, *Quercus greggii*, *Juniperus* sp.)

La estructura de la vegetación mostró una baja diversidad específica ($n = 18$) esto se pudo deber a que se trata de comunidades vegetales adultas. Las especies dominantes de los tres tipos de manejo fueron los *Agaves* (*A. americana* 94.97 IVI en C, *A. salmiana* var. *ferox* 171 IVI en D, *A. salmiana* var. *ferox*, 80 IVI en H1, H2, J, *A. salmiana* 151 IVI en SM).

Dependiendo de las intensidades de manejo se encontraron generalmente, una composición regular de especies de *Agave* (*Agave americana*, *Agave salmiana*, *Agave salmiana* var. *ferox*). La ordenación (DECORANA) y el HCA mostraron que SM es el sitio más alejado en cuanto a IVI y composición específica.

Los usos totales de los magueyes pulqueros es integral (de toda la planta en general). Sin embargo el uso más extendido es la extracción de aguamiel para la producción de pulque. La demanda del producto del pulque es baja puesto que ahora se encuentra para venta incipiente local (venta de excedentes) y autoconsumo diario. Sin embargo, son una alternativa económica si contaran con la difusión y/ o maneras de producción distintas, e.g. miel de maguey.

La producción de un maguey pulquero puede ser por un periodo de dos a seis meses, una vez alcanzada una talla madura de más de un metro y medio o de ocho años aproximadamente dependiendo la especie de *Agave* pulquero.

La tenencia de la tierra puede influir en la intensidad de manejo en la cual se encuentran y se manejan las plantas de maguey pulquero pero, esto no se puede definir de manera contundente en este trabajo. Las tierras de uso comunal se prestan a una intensidad de manejo *in situ*, mientras que el manejo incipiente es dado, posiblemente, por las zonas federales, y las tierras de pequeña propiedad (propiedad privada) son generalmente cultivos donde la extracción de aguamiel para la obtención de pulque es más extendida.

En cuanto a la respuesta a la pregunta de investigación se puede afirmar que sí hay relación entre los usos, producción y consumo de los productos de los magueyes pulqueros respecto a las intensidades de manejo que se encontraron en la Sierra de “El Doctor”. Bajo manejo *in situ* y cultivos las prácticas de manejo se asemejan en general. Sin embargo, cada una posee una producción específica dependiendo de la oferta y la demanda de cada categoría de manejo. Sin embargo, la tenencia de la tierra no está claramente definida y, por lo tanto, no se puede concluir su influencia de manera definitiva respecto al manejo de los magueyes pulqueros.

El esquema de manejo descrito puede influir en prácticas de manejo futuras, dado que la extracción de aguamiel y otros subproductos del maguey pueden ser regulados con fines de beneficio al ecosistema y a las comunidades humanas. Entonces, se podría hablar de conservación del medio ambiente y estrategias para el uso sustentable de la planta, puesto que la diversidad de las especies de *Agave* debe ser una prioridad en el país.

APÉNDICE

APÉNDICE I

RECONOCIMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES, SUBESPECIES Y VARIETADES DE MAGUEY

PULQUERO

Tabla I. Base de datos de las hojas identificadas en las siguientes localidades pertenecientes a la Sierra de “El Doctor”. Las identificaciones fueron hechas en dos intensidades de manejo: manejo *in situ* y cultivos.

Manejo *in situ*: Los Juárez

Nombre Común	Nombre Científico	Espina	Diente	Informante
Pencudo	<i>Agave americana</i> L. var. <i>oaxacensis</i>	19.2	13.77	Benito Hernández
Chalqueño	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm. var. <i>Salmiana</i>	0	15.56	Benito Hernández
Verde (silvestre)	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm. aff. ssp. <i>crassispina</i> (Trel.) Gentry	46.89	14.27	Nicolás Maqueda
Verde (silvestre)	<i>Agave americana</i> L. var. <i>americana</i>	49.29	4.61	María Martínez
Verde (silvestre)	<i>Agave americana</i> L. var. <i>americana</i>	61.77	13.34	Concepción Martínez

Cultivo: EL DOCTOR

Nombre Común	Nombre Científico	Espina	Diente	Informante
Penca larga verde	<i>Agave americana</i> L. (base de las espigas parecidas a <i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm.)	33.52	19.56	Moisés Olivar
Penca larga gris	<i>Agave mapisaga</i> Trel.	21.94	14.97	Moisés Olivar
Manso	<i>Agave americana</i> L. var. <i>americana</i>	31.86	14.13	Moisés Olivar
Chalqueño	<i>Agave mapisaga</i> Trel. var. <i>Mapisaga</i>	46.03	23.45	Moisés Olivar

Cultivo: Chavarrías

Nombre común	Nombre científico	Espina	Diente	Informante
Verde	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm. var. <i>ferox</i> (Koch) Gentry	55.97	18.47	Modesta Guerrero
Verde	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm. var. <i>ferox</i> (Koch) Gentry	71.35	25.95	Sergio Gudiño
Verde	<i>Agave americana</i> L. var. <i>oaxacensis</i> Gentry	42.05	17.75	Modesta Guerrero
Verde	<i>Agave americana</i> L.	33.82	19.35	Beatriz Zúñiga
Chalqueño	<i>Agave americana</i> L. var. <i>oaxacensis</i> Gentry	39.57	22.71	Beatriz Zúñiga
Chalqueño	<i>Agave americana</i> L.	47.37	17.66	Sergio Gudiño
Manso	<i>Agave americana</i> L. x <i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm.	42.7	20.24	Modesta Guerrero
Manso	<i>Agave mapisaga</i> Trel.	27.62	9.54	Modesta Guerrero
Chino	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm. var. <i>ferox</i> (Koch) Gentry	0	15.62	Lidia Reséndiz
Xamatí o Galindo	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm. var. <i>Salmiana</i>	30.25	13.94	Faustino
Xaminí	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm. aff. <i>ssp. crassispina</i> Trel. Gentry	40.82	13.36	Modesta Guerrero
Xinamí	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm. aff. <i>ssp. crassispina</i> Trel. Gentry	52.07	16.84	Sergio Gudiño

APÉNDICE II

CUESTIONARIO DE MANEJO, USOS Y PRODUCCIÓN DE LOS MAGUEYES PULQUEROS

1. ¿Qué nombre le dan a cada variedad de maguey?
 - a. ¿Cómo y para qué usan cada variedad de maguey?
 - b. ¿Cómo reconocen una variedad de maguey de otra?
2. ¿Usted la conoce?
3. ¿Qué maguey(es) usan para sacar aguamiel y pulque?
4. ¿Siembran los magueyes o nada más los van a raspar?
5. ¿Raspan los magueyes de su pueblo o de otros pueblos?
6. ¿A partir de qué tamaño o de qué edad empiezan a raspar cada variedad de maguey para sacar aguamiel?
7. ¿En qué temporada sacan el aguamiel? ¿Es todo el año?
8. ¿Cómo sacan el aguamiel de los magueyes?
9. ¿En qué recogen el aguamiel?
10. ¿Por cuánto tiempo sacan aguamiel del mismo maguey?
11. ¿Dejan descansar a los magueyes o siempre usan los mismos?
12. ¿Y qué tiempo los dejan descansar?
13. ¿Qué tiempo de vida tiene el maguey para sacarle el aguamiel?
14. ¿Cómo fermentan el aguamiel?
15. ¿Cuánto saca de aguamiel por maguey (producción)?
16. ¿Cuántos van a raspar por día (tlachiquear)?
17. ¿Conoce a los que raspan el maguey? ¿Cuántos tlachiqueros hay en el pueblo?
18. ¿Por qué algunos magueyes se ve que tienen manchas?
19. En los cultivos, ¿Usan fertilizantes, plaguicidas, hojarasca, materia orgánica para mantener “sanos” a los magueyes?
20. ¿Trabajan solos, en equipo o por familia?
21. ¿Quién raspa los magueyes? (Jefe de familia, señora, jóvenes)
22. ¿Es sólo de uso personal?
23. ¿si sobra, qué hacen con el pulque o el aguamiel?
24. ¿Si se vende?
25. ¿Dónde lo venden en el pueblo, en todo el municipio o en otro lugar?
26. ¿Cuántos litros de aguamiel y o pulque venden al día? ¿por semana?
 - a. ¿Cuál es el precio de venta del aguamiel y pulque?
27. ¿A quién le pertenece el terreno que trabaja?
 - b. Ejidal
 - c. Herencia
 - d. Pequeña propiedad
 - e. Renta
28. ¿Están registrados como agricultores, ejidatarios o cómo raspadores de maguey?

ABREVIATURAS

1. A.: Refiriéndose al género *Agave*.
2. aff.: “affinis”, latín. Se refiere a que una especie se parece morfológicamente a otra.
3. B.: Se refiere al género *Baccharis*.
4. C.: Se refiere al género *Cupressus*.
5. C: Localidad de Chavarrías en la zona de estudio. Manejo intensivo.
6. c: Cobertura de la vegetación.
7. com. pers.: Comunicación personal.
8. c_r: Cobertura relativa. Componente para obtener el IVI.
9. D: Localidad de EL DOCTOR en la zona de estudio. Manejo intensivo-cultivo.
10. d: densidad
11. DCA1, DCA2: Ejes del análisis de DECORANA.
12. DE: Desviación Estándar.
13. DECORANA: Detrended Correspondence Analysis. Análisis de Correspondencia sin Tendencia.
14. d_r: densidad relativa. Componente para obtener el IVI.
15. \sum : Sumatoria de un conjunto de datos.
16. EFNM: Especie Forestal No Maderable.
17. e.g.: “exempli gratia”, latín. Ejemplo.
18. et al.: “et alii”, latín. Y otros.
19. f: Frecuencia.
20. f_r: Frecuencia relativa.
21. H1: Localidad de Los Hernández 1 en la zona de estudio. Manejo intermedio.
22. H2: Localidad de Los Hernández 2 en la zona de estudio. Manejo intermedio.
23. HCA: Hierarchical Cluster Analysis. Análisis de Agrupamiento Jerárquico.
24. I_a: Índice de agregación. Proviene del análisis de la distribución espacial.
25. i.e.: “id est”, latín. Se refiere al significado del concepto “esto es”.
26. IVI: Índice de Valor de Importancia.
27. J.: Se refiere al género *Juniperus*.
28. J: Localidad de Los Juárez en la zona de estudio. Manejo intermedio.
29. obs. pers.: Observación personal.
30. P.: Se refiere al género *Pinus*.
31. P: Probabilidad.
32. P_a: Probabilidad de agregación. Proviene del análisis de distribución espacial.
33. PBM: Prácticas de Buen Manejo.
34. PFNM: Producto Forestal No Maderable.
35. Q.: Se refiere al género *Quercus*.
36. SADIE: Spatial Analysis by Distance Index. Análisis Espacial por Índices de Distancia.
37. SM: La localidad de Sánchez-Maqueda en la zona de estudio.
38. sp.: Se refiere a una especie.
39. ssp.: Se refiere a una subespecie.
40. var.: Refiriéndose a la variedad de alguna especie. En el estudio indica las variedades de las especies de *Agave* identificadas.
41. v_i, v_j: Índices estandarizados de agrupamiento. Proviene del análisis de la distribución espacial.
42. X: Asociación Espacial Local. Proviene del análisis de asociación espacial de SADIE.