

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Propuesta de Estado de Conservación de Poblaciones del maguey de montaña
(*Agave montana* Villarreal)

Por:

PATRICIA LUCERO VASQUEZ SOLIS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Propuesta de Estado de Conservación de Poblaciones del Maguey de Montaña
(*Agave montana* Villarreal)

Por:

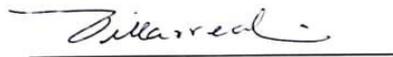
PATRICIA LUCERO VASQUEZ SOLIS

TESIS

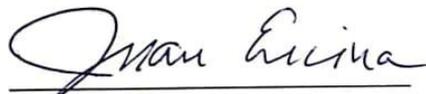
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobado por el Comité De Asesoría:



Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla
Asesor Principal



Dr. Juan Antonio Encina Domínguez
Coasesor



Dra. Diana Jasso Cantú
Coasesor


Dr. Alberto Sandoval
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2023

Derechos de Autor y Declaración de no plagio

Todo material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del derecho de autor de los Estados Unidos Mexicanos, y pertenece al autor principal quien es el responsable directo y jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente. Así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo no ha sido previamente presentado en ninguna otra institución educativa, organización, medio público o privado.

Pasante



Patricia Lucero Vasquez Solis

Agradecimientos

Al Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla, por aceptarme como su alumna de servicio social y despertar un interés en mi en la botánica, la herborización y ahora en el mundo de los Agaves como su tesista.

A la Dra. Aida Isabel Leal Robles, por ser la jefa de carrera ideal, por siempre asesorarme con paciencia y vocación.

Al Dr. Alonso Méndez López, mi tutor que siempre me ayudó y me dió ánimos, que tuvo un espacio en su agenda para preguntar cómo estaba y atender mis preocupaciones.

A mis maestros, por compartir su conocimiento conmigo.

A mis abuelos Micaela y Pedro, que nunca desistieron del sueño de tener una nieta ingeniera.

A mí abuelita Josefina, que siempre tuvo un lugar para mí en su casa, por ser mi amiga los fines de semana de interminables pláticas.

A mis Familias Vasquez Onofre y Solis Estrada, que hace 5 años creyeron en mi sueño de ser una profesionista.

Dedicatorias

A mí mamá, Lic. Alma Patricia Solis Estrada, porque nunca me dejaste sola, creíste en mí para ir hasta el otro lado de la república a estudiar y hoy es una realidad, lo logramos, eres mi inspiración, mi heroína, que vengan muchos logros y nunca me faltes tú qué eres la alegría de mi ser, te amo.

A mi papá, Ing. Alfredo Vasquez Onofre, porque nunca te has ido y cuando menos te busco, más te encuentro, entre los rincones de la universidad que no conocimos juntos, pero que por alguna razón te pienso, me inspiras, dónde quiera que estés, te amo colega, más allá del tiempo y la distancia.

A mi hermano, MVZ. Erick Alfredo, que aguantaste con paciencia y determinación para cumplir nuestros sueños, es momento de trabajar y ser un gran equipo, por tu nobleza, tu cariño, te quiero mucho.

A mí hermano, futuro Ing. Farid Alfonso, mi alma gemela, mi fiel compañero de aventuras, te estás convirtiendo en un gran hombre y lograrás grandes cosas, te quiero mucho.

A mí novio, Ing. José Antonio Chávez Gamboa, por aparecer en el momento ideal, por esperarme todas las veces que nos cruzamos y no nos dimos cuenta que éramos nosotros, por tu paciencia, por dejarlo todo para llegar a mí, por darle sentido al mañana y hacerme vivir el presente, te amo hasta donde tus ojos no ven.

A mis padrinos Alicia Vazquez y Eloy García, por recibirme en su casa y tratarme como una hija, todo el tiempo que compartí junto a ustedes, aprendí mucho y fui muy feliz, mi eterno cariño y gratitud.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO	4
ÍNDICE DE CUADROS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESÚMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general.....	3
1.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Familia Agavaceae	4
2.1.1 Sección Salmianae.....	5
2.1.1.1 Género Agave	5
2.1.1.1.1 Importancia	6
2.1.1.1.2 Usos.....	7
2.1.1.1.3 Problemáticas	7
2.1.1.1.4 Sanidad de los agaves.....	8
2.1.1.1.5 Inventarios de agaves.....	8
2.1.1.2 Maguey de montaña	9
2.1.1.2.1 Descripción taxonómica.....	9
2.1.1.2.2 Descripción morfológica.....	9
2.1.1.2.3 Usos de la especie	14
2.2 Zonas áridas y semiáridas	14
2.3 Especies endémicas	14
2.3.1 Endemismos en las zonas áridas.....	15
2.4 Categorías de riesgo.....	16
2.4.1 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.....	16
2.4.1.1 Especies de interés en la NOM-059.....	17
2.4.1.2 Género Agave en la NOM-059.....	17
2.4.2 Lista roja.....	18
2.4.2.1 Criterios para evaluar una especie amenazada de la lista roja de la IUCN	20
2.4.2.2 Maguey de montaña en la Lista Roja.....	20
2.5 Áreas protegidas.....	20
2.6 Técnicas de muestreo en poblaciones vegetales	21
2.6.1 Muestreo sistemático.....	21
3. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1 Materiales	22

3.2 Metodología	22
3.2.1 Muestreo Sistemático	23
4. RESULTADOS.....	28
5. DISCUSIÓN	32
6.CONCLUSIONES	35
7.LITERATURA CITADA.....	36
ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Categorías de riesgo según la NOM-059 e identificaciones.....	18
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Entidades con mayor número de especies del género <i>Agave</i> (Vázquez et al, 2016).....	7
Figura 2. Mediciones en campo de la especie.....	11
Figura 3. <i>Agave montana</i> en su hábitat natural, al fondo un escapulo floral seco de <i>A. montana</i>	12
Figura 4. Distribución del <i>Agave montana</i> en la Sierra Madre Oriental (IUCN & RL, 2022).....	13
Figura 5. A la izquierda <i>A. montana</i> muerto una vez concluida su etapa de reproducción, a la derecha un individuo en la etapa fenológica de “Velilla”.....	14
Figura 6. Dimensión de los sitios de muestreo.....	24
Figura 7. Establecimiento de los sitios de muestreo.....	24
Figura 8. Polígono del área de muestreo.....	25
Figura 9. Cuadrícula o malla distribuida en el polígono de estudio.....	25
Figura 10. Ubicación de unidades de muestreo de <i>Agave montana</i> en El Cedral, Arteaga, Coahuila, México.....	26
Figura 11. Macrolocalización del área de estudio.....	27
Figura 12. Hidrología del área de estudio.....	28
Figura 13. Edafología, ríos y vegetación del área de estudio.....	28
Figura 14. Poblaciones de magueyes.....	30
Figura 15. Hijuelos de Maguey.....	31
Figura 16. Maguey en etapa reproductiva entre pinos.....	32
Figura 17. Individuos de maguey muertos al haber concluido su ciclo de vida.....	32
Figura 18. Maguey con síntomas de enfermedad.....	33

RESÚMEN

El maguey de montaña (*Agave montana* Villarreal) es una de las 166 especies de magueyes del mundo, de las cuales 125 son endémicas de México, únicamente 26 son especies que habitan en la zonas áridas. Es una especie de alto valor ornamental para los humanos, pero de gran valor ecológico. Su distribución es limitada a la sierra de Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas.

Por medio de la técnica de muestreo sistemático se obtuvo que el maguey de montaña es una especie de menor preocupación, la misma conclusión que la Lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), Aunque es una especie que no requiere de atención inmediata, es necesario estudiarla, evaluarla y cuidar de ella frente a los cambios del medio ambiente a los que se enfrenta en la actualidad y probablemente el futuro, así como los usos que se le dan hoy en día a la especie que pueden detonar en una mayor explotación de la misma, amenazando su estado, su diversidad genética y a las especies que le rodean.

Palabras clave: *Agave montana*, zonas áridas, endemismo, conservación, manejo de especies endémicas, lista roja.

1. INTRODUCCIÓN

Los magueyes predominan en suelos rocosos donde el agua se infiltra rápidamente, como es el caso de las zonas áridas y semiáridas del norte de México, donde los magueyes cumplen con funciones ecológicas dentro de estos ecosistemas como procesos de polinización, hogar de otras especies como pájaros carpinteros, entre otras. El endemismo del *Agave montana* es un indicador de importancia para que la especie requiera de conservación, manejo y protección para preservar los ejemplares que viven de forma silvestre en las zonas áridas del norte de nuestro país donde fue descubierta por primera vez (Treviño y Valentine, 2005). En el mundo se tienen registradas 166 especies de magueyes, en México, hay 125 especies endémicas de magueyes (Género *Agave*); de acuerdo a Magallán y Hernández en el 2000, de las cuales solamente 26 existen en las zonas áridas de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas de manera silvestre. El maguey de montaña (*Agave montana*) es una especie de agave endémica de la Sierra Madre Oriental, se relaciona y confunde con otras especies de magueyes, pero se distingue por las rosetas con hojas más numerosas (Villarreal, 1996).

La primera vez que se habló de endemismos en la historia de la biología se mencionaba al endemismo únicamente como las semillas que crecen en un solo país (De Cantolle, 1820). El término endemismo proviene de 'endemia' o 'enfermedad endémica' es decir, propia de cierto territorio donde estará de forma permanente. En términos de biología y específicamente a la botánica, se refiere a un fenómeno excepcional que puede dar lugar a centros de especiación, se trata de taxones con especies raras, con fuertes adaptaciones originales, susceptibles a situaciones que las ponen en peligro de extinguirse. Son la contraparte de las especies cosmopolitas que pueden darse en cualquier parte del mundo bajo condiciones poco específicas y sin necesidades muy particulares (Sainz et al, 2002).

1.1 Objetivo general

Evaluar las poblaciones del maguey de montaña en el área de la Sierra Madre Oriental en los estados de Coahuila y Nuevo León.

1.2 Objetivos específicos

Determinar el estado de las poblaciones de Agave montana en el área de distribución en la Sierra Madre Oriental.

Proponer un estado de conservación de la especie de acuerdo con la NOM-059.

1.3 Hipótesis

Se esperaba que al tratarse de una especie endémica que es muy sensible a los cambios por más ligeros que sean en su ambiente, el crecimiento de las poblaciones está ralentizado por situaciones tales como el cambio climático pero que a su vez estaría en un estado de crecimiento estable ya que el sitio donde se encuentra de forma natural no está accesible a todo aquel que desee verla o extraerla.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Familia Agavaceae

Se trata de una familia de plantas del nuevo mundo que predominan en regiones templadas y tropicales, contiene 8 géneros y 300 especies. De los ocho géneros que abarca entre estos hay diferencias reproductivas, algunos géneros son iteróparos y significa que pueden reproducirse varias veces o semélparos que solamente producen una inflorescencia en toda su vida y posteriormente mueren (Eguiarte *et al.*, 2000), este último siendo el caso de los magueyes. Las agaváceas poseen una gran diversidad de morfologías florales que a su vez poseen una gran diversidad de polinizadores que en algunos casos pueden ser muy específicos y van desde insectos como las abejas, pequeños mamíferos como los murciélagos, los colibríes y las polillas (Eguiarte *et al.*, 2000).

Son plantas desde tamaño pequeño a gigantesco, perennes, monocárpicas o policárpicas, acaulescentes o arborescentes, a veces cespitoso Raíces fibrosas o carnosas; rizomas extendido o grueso y vertical. hojas rosuladas, espiral, anual o longeva, lineal, lanceolada, elíptica u ovalada, fibrosa, rígida o flexible, la textura delgado, grueso y duro, o succulento, pálido a verde oscuro, a menudo glauco, maculado en algunas especies; el ápice con un corto o largo suave o picante punto; márgenes enteros, denticulados a toscamente dentadas o filíferas. Tallos florales terminales o axilar, a veces enorme, bracteado. Inflorescencia una panícula, racimo o espiga. Flores perfectas, a menudo protándrico, hipógino o epígino, actinomorfo a zigomorfo, nunca provista de un pericardio o articular con el pedicelo. Tépalos 6, petalina, semisuculenta, cerosa, verde, verdosa amarillo o blanco, a veces teñido de granate, o rojo a coral, libres o unidos en un largo o corto tubo, los lóbulos erectos, extendidos o revolutos. estambres 6, con filamentos largos o cortos, incluidos o ejercido durante mucho tiempo; filamentos delgados o engrosados de diversas formas, liso, papilado o de pelo corto, el largo

los doblados en capullo; anteras mordidas, dorsifijas, versátil, lineal, oblongo o sagitado, introrselo dehiscente con hendiduras longitudinales. Gineceo de 3 carpelos unidos, ovario superior o inferior, trilocular, ovoide a cilíndrico, carnoso, con tabique nectarios; óvulos numerosos, en 2 filas axilares en cada lóculo, anátropo; estilo único, largas o cortas, incluidas o ejercitadas, engrosadas; estigma estigmas simples y capitados o de 3 lóbulos o 3 en ramas separadas. Fruto loculicidamente dehiscente, cápsula erecta, a veces septicidamente dehiscente, o indehiscente y seco o carnoso. Semillas en su mayoría planas, a veces bordeadas con un ala estrecha, cuneada, negra. Embrión cilíndrico, rectas o ligeramente curvas, orientadas a lo largo de la eje longitudinal de la semilla (Verhoek, 1841).

2.1.1 Sección *Salmianae*

Se trata de plantas suculentas, perennes, con tallos cortos y crasos, sin bulbillos; hojas generalmente en tonalidades verdes, la mayoría de tamaño muy grandes, carnosas, muy crasas hacia la base, los márgenes variadamente armados; inflorescencia muy grande, los pedúnculos con brácteas grandes, carnosas, adpresas e imbricadas; panículas piramidales a ovoides en su contorno, con ramas amplias, umbelas de flores grandes proterandras, con tubos amplios de paredes crasas, los tépalos más grandes que los tubos, dimórficos, craso-carnoso, conduplicado y/o involuto, marchitándose incurvados con la antesis; filamentos firmes, insertos en o sobre la mitad del tubo, frecuentemente en dos niveles, los de los tépalos externos son de 1-4 mm más altos; pistilo exerto de los estambres en la post-antesis (Berger, 1915).

2.1.1.1 Género *Agave*

Se trata de un género endémico de América, se estima que existen 210 especies en todo el continente y aproximadamente el 76% de dichas especies prosperan en México, considerando a nuestro país como el centro de origen del género *Agave* por la diversidad morfológica, filogenética y evolutiva (Núñez et al, 2022). Se ha documentado que los estados de la República Mexicana que poseen mayor

diversidad de especies son Oaxaca, Puebla, Sonora, Querétaro, Durango, el Occidente de México y Jalisco (Vázquez et al, 2016).

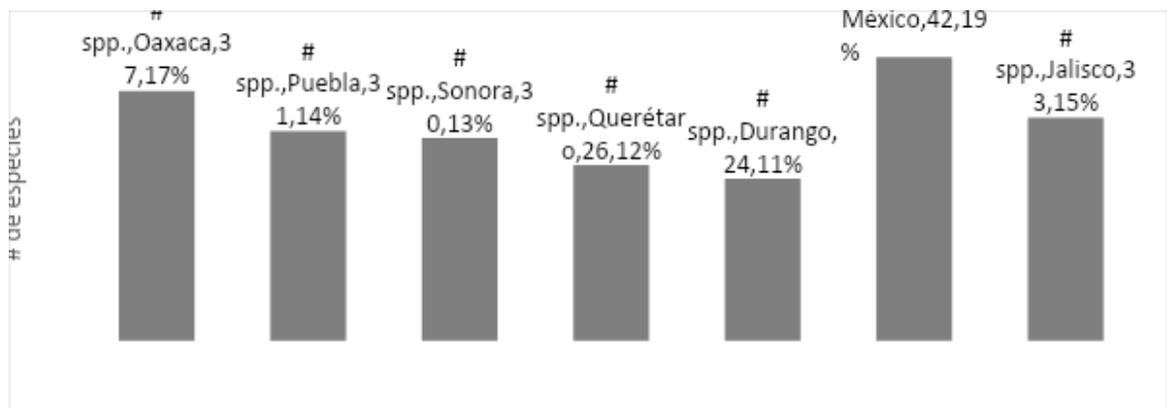


Figura 1. Entidades con mayor número de especies del género *Agave* (Vázquez et al, 2016).

2.1.1.1.1 Importancia

Los agaves son uno de los grupos vegetales más representativos de México. Su importancia va desde su valor ecológico y económico, hasta su aspecto cultural. Desafortunadamente, muchas especies de este grupo han sido descuidadas desde los puntos de vista del mejoramiento, explotación racional y conservación (Domínguez, 2009)

En México, una crisis severa causada por el mal manejo del agua está siendo acentuada por las altas tasas de deforestación y la pérdida de los servicios hidrológicos proporcionados por los bosques y selvas del país (Manson, 2004). Recordemos que los agaves son grandes captadores de agua y conservadores del suelo que previenen su erosión y exposición directa al ambiente por lo que preservar a este género es vital para conservar el agua que llega a las sierras y que abastecen a las ciudades que dependen de ella.

Estos ecosistemas en México incluyen la captación de agua y la prevención de ciclos de inundación y sequía, así como la conservación de los suelos, la regulación del clima regional. Dado que los problemas hídricos de México son muy serios, se está tomando conciencia de que estos ya no se pueden ignorar y que se deben, en gran parte, al impacto de los seres humanos sobre la relación agua y bosques y que

los servicios ambientales son muy importantes para garantizar el bienestar de las futuras generaciones de mexicanos(Manson, 2004).

2.1.1.1.2 Usos

La riqueza de los magueyes permite que se usen para distintos fines, que van desde los medicinales, alimenticios, cosméticos, agrícolas, religiosos, culturales y sobre todo para la elaboración de bebidas alcohólicas donde participa en la producción de bebidas tales como el pulque, tequila, mezcal y bacanora, de los cuales el mezcal y el tequila poseen denominación de origen y están colocados no solo dentro del comercio nacional como actividad de gran importancia para la economía, sino también para el comercio internacional que genera una enorme derrama económica dentro del país (Núñez et al., 2022).

Se estima que diferentes partes del maguey poseen un diferente contenido nutricional, resultados han arrojado que las cabezas de los magueyes de nueve meses de edad tienen una mejor composición nutrimental, para el caso de las ovejas que se alimentaron de estos magueyes hubo mejoras significativas, también pasó con magueyes en estado de floración o con las mismas inflorescencias (Pinos et al., 2011).

2.1.1.1.3 Problemáticas

La extracción constante de plantas silvestres son una gran amenaza que pone en peligro al género *Agave* (Núñez et al, 2022). Se considera que la sobreexplotación de algunas especies tales como *Agave tequilana*, debido a las prácticas de manejo que se le da, pone en riesgo y amenaza con la pérdida de diversidad genética que posee la especie, y otras especies tales como *A. guadalajarana*, *A. victoriae-reginae*, *A. kristenii*, están amenazadas con la pérdida de diversidad genética por las cosechas excesivas sin supervisión de las plantas silvestres (Alducin et al., 2022).

El uso forrajero que se le da al género, supone una problemática y una gran amenaza a las especies de este género, pues muchas personas dejan pastar a sus

animales en zonas abiertas y libres de cuidados sobre que comen o qué especie pueden amenazar, de no cuidar y asegurar estos aspectos, tan solo en animales que aprovechan como alimento estas especies podría llevarlas a un estado de amenaza e incluso a la extinción sin darse cuenta.

2.1.1.1.4 Sanidad de los agaves

La marchitez del Maguey es un problema fitosanitario que se agrava principalmente cuando existe una sobrepoblación, se manifiesta en forma de marchitez en un periodo de tiempo relativamente rápido, el cual se debe a la presencia y actividad del patógeno al interior del xilema de las plantas. Los principales síntomas que presentan las plantas que llegan a ser infectadas son: la pérdida de la turgencia, se tornan a una tonalidad que va del verde claro al amarillo-verde, que va desde la base de la piña y hasta el cogollo. Las pencas se marchitan, se presenta un enrollamiento, necrosis en la base de la piña y por último la muerte de la planta (Castro, 2023).

Se asocian dos tipos de síntomas con *Fusarium oxysporum* que son la marchitez vascular y la pudrición de la corona y la raíz. La marchitez se llega a presentar en la planta completa. *F. oxysporum* penetra en las raíces del hospedante hasta llegar a los vasos del xilema, en donde coloniza ascendentemente. Los primeros síntomas visibles se presentan en la parte aérea, estos inician con un amarillamiento progresivo en el follaje. Las hojas se marchitan gradualmente hasta que la planta completa colapsa (Castro, 2023).

2.1.1.1.5 Inventarios de agaves

Uno de los puntos de partida para la conservación de las especies es saber qué es lo que se tiene en cuestiones del número de especies, la cantidad de individuos y en dónde se encuentran dentro del espacio y tiempo, estos tres componentes en conjunto proveen información acerca de cuáles especies deben de conservarse sobre todo con aquellas con una distribución restringida. Los inventarios proveen y

facilitan la información acerca de la distribución de la riqueza de las especies para análisis macroecológicos y además proporcionan herramientas para la planeación de áreas naturales protegidas, entre otros (Mandujano, 2007). La información de los inventarios puede dar pautas para establecer áreas de conservación que se pueden complementar con estudios poblacionales.

La generación de bancos de germoplasma y el cultivo de tejidos es viable para la conservación de familias de importancia biológica, económica y social en México (Golubov, 2007).

2.1.1.2 Maguey de montaña

2.1.1.2.1 Descripción taxonómica

Dominio: Eukaryota.

Reino: Plantae

Filum: Spermatophyta.

Clase: Liliopsida.

Orden: Asparagales.

Familia: Asparagaceae.

Subfamilia: Agavoideae.

Género: *Agave*.

Especie: *Agave montana*.

(Villarreal, 1996)

2.1.1.2.2 Descripción morfológica

Plantas multianuales, no rizomatosas; rosetas hemisféricas, compactas, 1.40-1.65 m diámetro, 90-1.25 m alto; hojas arregladas en 12-16 hileras, 84- 1 12 por planta, cortamente elípticas, ligeramente cóncavas a casi planas, 30-40 cm largo, 15-17 cm ancho, de color verde-amarillento, base ensanchada, apice acuminado con borde

de color café-púrpura, espina de 3-5 cm largo, margen recto, con 16-18 dientes grisáceos antrorsos y retrorsos por lado, separados 2.5-3.5 cm; inflorescencia 3.5-4.5 m alto, ovoide, con alrededor de 30 ramillas florales, de 25-35 cm largo, ubicadas en las $\frac{2}{5}$ partes superiores del escapo; brácteas elípticas, 18-25 cm largo, 8-12 cm ancho, con dientes marginales y espina terminal, cóncavas, succulentas, café-rojizas, cubriendo completamente el tallo floral; tallo floral 12-16 cm diámetro; flores 6-7 cm largo, amarillas, succulentas; pedicelos 1-1.5 cm largo; ovario 3 cm largo; tubo del perianto 2 cm largo, 12-14 mm ancho; tépalos lanceolados 2cm delargo, 2-4mm ancho;filamentos 5-6 cm de largo, 3 mm de ancho, aplanados, insetosen la base de los tépalos;anteras de19-20 mm de largo, 2mm de ancho, amarillas;cápsulas oblongas, 5-6 cm de largo, 1.5-2 cm de ancho, color café oscuro; semillas lacrifirmes, 5-6 mm de largo, 3-4mm de ancho, de color negro brillante (Villarreal,1996).



Figura 2. Mediciones en campo de la especie.

Su roseta se considera como una de las más bellas del género *Agave*, ya que posee una perfecta geometría, hojas cortas triangulares muy afiladas, con los bordes y las espinas rojas o blancas, y las hojas, azuladas, se tornan rojas según las condiciones de sol y frío. Las hojas llevan muy marcados los bordes de las hojas que las tapaban cuando estaban cerradas, formando bellos dibujos dentados de color blanquecino en la superficie de la hoja (Galan, 2019).



Figura 3. *Agave montana* en su hábitat natural, al fondo un escapulo floral seco de *A. montana*.

Puede tratarse de la especie que probablemente sea la más resistente al frío y la humedad de todo el género, dado que puede cultivarse sin problemas al exterior en climas templados. Se ha registrado que resiste cerca de quince grados bajo cero incluso en condiciones de humedad abundante, ya que en su hábitat natural, la nieve y el hielo son elementos habituales del invierno. Su hábitat se sitúa en las

zonas de montaña del noreste de México, endémica de las zonas de alta montaña, en los estados de Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas, creciendo a 2500-3000 metros de altitud, siendo una del género *Agave* que crecen a mayor altitud (Galan, 2019).

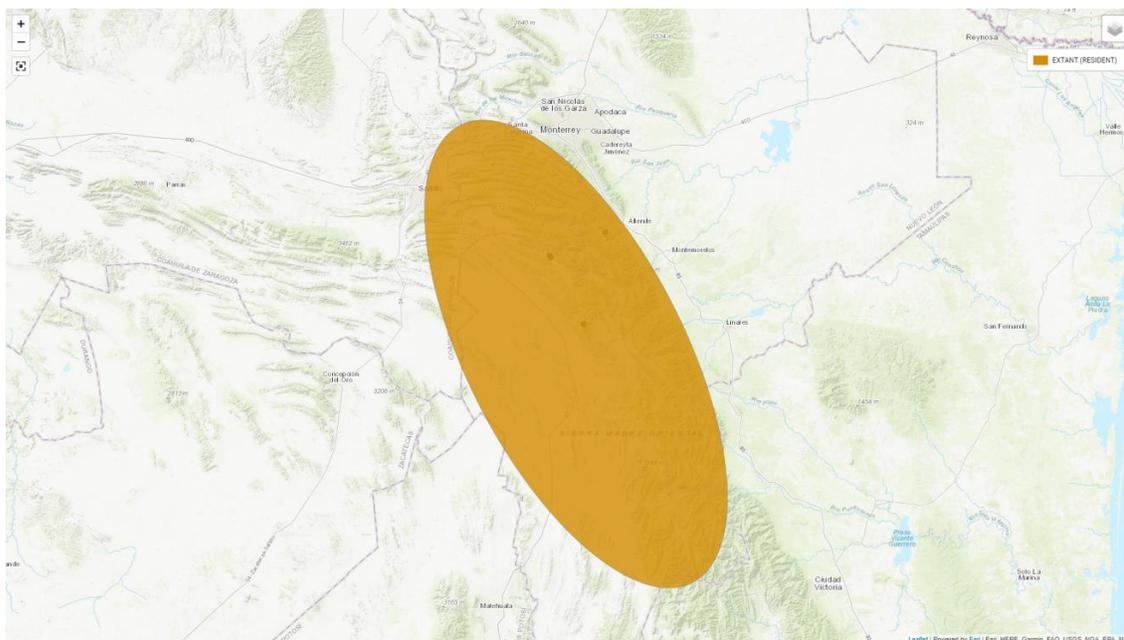


Figura 4. Distribución del *Agave montana* en la Sierra Madre Oriental (IUCN & RL, 2022).

Habita entre bosque de coníferas y vegetación subalpina, laderas rocosas. Partes altas de la Sierra Madre Oriental (límite entre Coah. y N.L.) (Villarreal, 2005)

Tiene desarrollo en terrenos planos inclusive en laderas con pendientes ligeramente pronunciadas, se asocia a vegetación de matorral crassicaule, matorral subinermes, bosque de coníferas (*Pinus*, *Pseudotsuga* y *Juniperus*) y bosque de *Quercus*. En altitudes de 1600-2900 m. Florece de abril a septiembre. Fructifica de septiembre a octubre (González, 2005).



Figura 5. A la izquierda *A. montana* muerto una vez concluida su etapa de reproducción, a la derecha un individuo en la etapa fenológica de “Velilla”.

En zonas más bajas es sustituida por *Agave gentryi*, muy similar y con la que hibrida. De Acuerdo a Villarreal (1996) *Agave montana* está relacionada con *A. gentryi* Ullrich (conocido comúnmente como *A. macroculmis*) y con *A. parrasana* Berger por su tallo floral grueso y completamente cubierto por brácteas cóncavas y suculentas, así como por su hábitat en bosques de pino-encino de la Sierra Madre Oriental. El *Agave montana* se diferencia de *A. gentryi* por sus rosetas de aproximadamente 1 . 5 m de diámetro, con hojas de color verde amarillento y en mayor cantidad, así como en el borde dentado de las brácteas. Se distingue de *A. gentryi*, la especie al parecer más cercana, por las hojas más cortas y numerosas, casi planas y de color verde amarillento, panículas ovadas, más anchas cerca de la base, con mayor número de ramillas florales y flores más pequeñas.

2.1.1.2.3 Usos de la especie

De acuerdo a la IUCN (2019), el principal uso que se le da al Maguey de montaña es comercializando sus plantas y semillas debido a su gran valor ornamental por las tonalidades rojizas de la especie al entrar en etapa reproductiva, además el escapo floral y las inflorescencias son comestibles.

2.2 Zonas áridas y semiáridas

Las zonas áridas y semiáridas que hay en el planeta son los ecosistemas más extensos que existen en el planeta, pues cubren cerca de un tercio de la superficie total continental. Se les define como las zonas donde el potencial de evapotranspiración excede la precipitación anual y la precipitación de por sí es escasa o casi nula. En las zonas áridas existe un gran número de plantas y animales con mecanismos de adaptación a las condiciones a las que se someten por el medio ambiente, estas plantas ya animales poseen un enorme potencial de recursos naturales aprovechables para las poblaciones que se han asentado en las zonas árida del país (Hérendez, 1992).

Según Kôppen (1936) las zonas áridas ocupan el 28% del total del área continental del planeta, el 14% es desierto y el otro 14% pertenece a la estepa (Hérendez, 1992).

Las zonas áridas de México presentan problemas, uno de ellos es la delimitación geográfica y el segundo problema es la caracterización, conocimiento de sus particularidades para la aplicación de mejores técnicas de manejo.

2.3 Especies endémicas

El endemismo es un concepto comúnmente usado para identificar a taxones nativos o grupos biológicos con área de distribución restringida. De acuerdo a Noguera (2017) el endemismo tiene diferentes interpretaciones de acuerdo a la aproximación usada para los análisis biogeográficos. El endemismo toma un valor ecológico e histórico, si se considera que define zonas geográficas donde hay taxones

integrados espacio-temporalmente. La etimología de la palabra “endémico” proviene del griego “endēmios= nativo”.

El endemismo depende de la escala geográfica del área en la que se distribuya el taxón. La aplicación del término es tal que ha llevado a crear otros términos relacionados: el área endémica, el centro de endemismo y el área de endemismo. En ecología y conservación el endemismo se interpreta con relación a un área geográfica de referencia y dentro de un marco temporal, por otro lado en biogeografía evolutiva se denomina al endemismo como la restricción a un área natural sin importar el tamaño, que permite identificar patrones que perduran a través del tiempo (Noguera, 2017).

La identificación de las áreas endémicas, áreas de endemismo y centros de endemismo se relacionan directamente con la estimación y delimitación de las áreas de distribución o con la definición del área de estudio (Noguera, 2017).

2.3.1 Endemismos en las zonas áridas

La diversidad florística de las zonas áridas podría considerarse como moderada, aunque constituye más de 6,000 especies vegetales que han sido descritas, es una cifra pequeña en comparación a las de las zonas tropicales. Es un hecho que la flora Xerófila contiene gran número de endemismos, pues su distribución se restringe a esas regiones que se consideran incluso como su centro de origen. En las zonas áridas existen ecosistemas muy complejos debido a que las adaptaciones se dan en ambientes muy rigurosos como en el caso de los matorrales. Los ecosistemas de las zonas áridas son muy frágiles ante la perturbación antrópica (Cervantes, 2002).

2.4 Categorías de riesgo

2.4.1 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Probablemente extinta en el medio silvestre se refiere a aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano (CONABIO, 2022).

En peligro de extinción son aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros. (Esta categoría coincide parcialmente con las categorías en peligro crítico y en peligro de extinción de la clasificación de la IUCN) (CONABIO, 2022).

Amenazadas son aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. (Esta categoría coincide parcialmente con la categoría vulnerable de la clasificación de la IUCN) (CONABIO, 2022).

Sujetas a protección especial son aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. (Esta categoría puede incluir a las categorías de menor riesgo de la clasificación de la IUCN) (CONABIO, 2022).

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-059	
Probablemente extinta en el medio silvestre	
En peligro de extinción	
Amenazadas	
Sujetas a protección especial	

Cuadro 1. Categorías de riesgo según la NOM-059 e identificaciones.

2.4.1.1 Especies de interés en la NOM-059

Especie asociada: Aquella que comparte el hábitat natural y forma parte de la comunidad biológica de una especie en particular.

Especie clave: Aquella cuya presencia determina significativa y desproporcionadamente respecto a su abundancia, la diversidad biológica, la estructura o el funcionamiento de una comunidad.

Especie endémica: Aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al Territorio Nacional y a las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Especie principalmente extralimital: Aquella especie cuya distribución natural actual se presenta en su mayor parte fuera de los límites nacionales, por lo que su presencia en el Territorio Nacional es marginal, esto es, menor al 5%.

Especies y poblaciones en riesgo: Aquellas identificadas por la Secretaría como probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial.

2.4.1.2 Género Agave en la NOM-059

Dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 existen 18 especies del género Agave, de las cuales 13 son endémicas

2.4.2 Lista roja

Extinto (EX): Un taxón está Extinto cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente ha muerto. Se menciona que un taxón está Extinto cuando la realización de prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados, y a lo largo de su área de distribución histórica, no ha podido detectar un solo individuo.

Extinto en estado silvestre (EW): Un taxón está Extinto en Estado Silvestre cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Se dice que un taxón está Extinto en Estado Silvestre cuando la realización de prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados, y a lo largo de su área de distribución histórica, no ha podido detectar un solo individuo.

En peligro crítico (CR): Un taxón está En Peligro Crítico cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios para En Peligro Crítico y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre.

En peligro (EN): Un taxón está En Peligro cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios para En Peligro y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción muy alto en estado de vida silvestre.

Vulnerable (VU): Un taxón es Vulnerable cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios para Vulnerable y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre.

Casi amenazado (NT): Un taxón está Casi Amenazado cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable, pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en un futuro cercano.

Preocupación menor (LC): Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

Datos insuficientes (DD): Un taxón se incluye en la categoría de Datos Insuficientes cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado, y su biología ser bien conocida, pero carecer de los datos apropiados sobre su abundancia y/o distribución.

No evaluado (NE): Un taxón se considera No Evaluado cuando todavía no ha sido clasificado en relación a estos criterios.

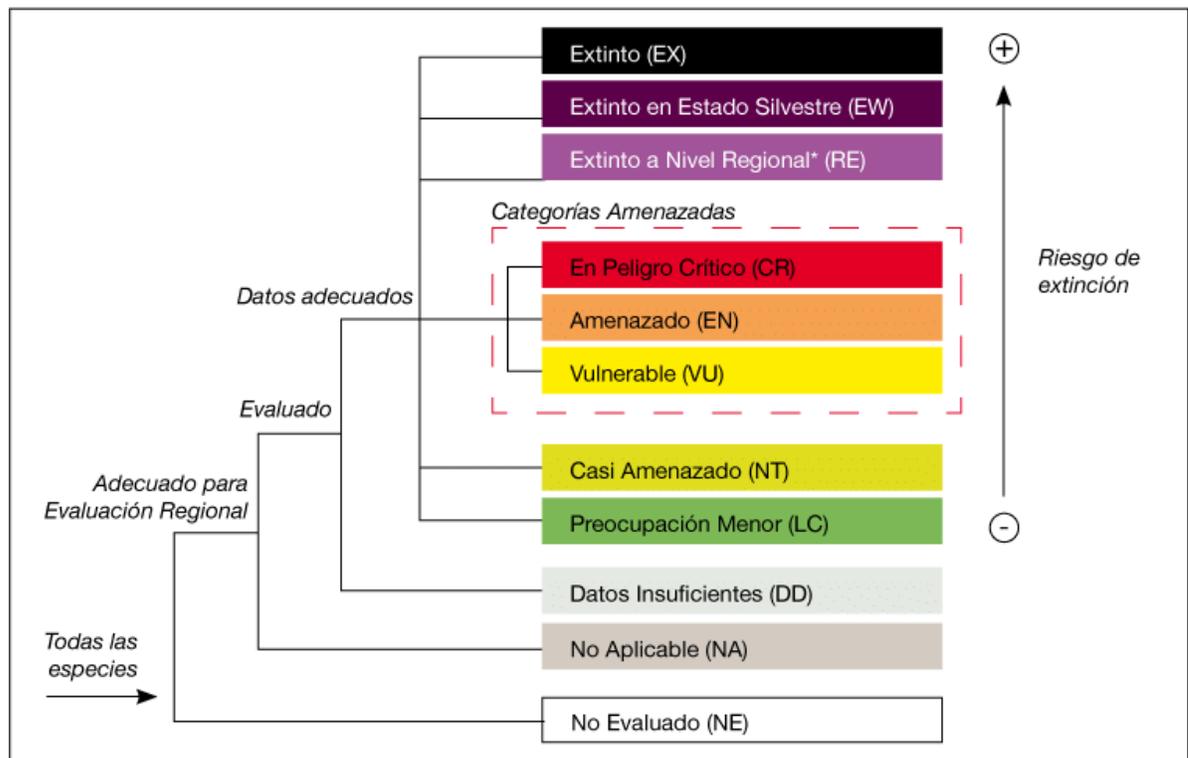


Figura 6. Categorías de la lista roja (IUCN,2012).

2.4.2.1 Criterios para evaluar una especie amenazada de la lista roja de la IUCN

- A. Reducción del tamaño poblacional. Reducción del tamaño de la población basada en cualquiera de los subcriterios. El nivel de reducción se mide considerando el período más largo, ya sea 10 años o 3 generaciones.
- B. Distribución geográfica representada como extensión de presencia Y/O área de ocupación.
- C. Pequeño tamaño de la población y disminución.
- D. Población muy pequeña o restringida.
- E. Análisis Cuantitativo.

2.4.2.2 Maguey de montaña en la Lista Roja

La especie Agave montana es considerada una Preocupación menor (LC) por su tendencia poblacional estable, identifica algunas amenazas tales como la recolección de plantas, cambios y alteraciones en el hábitat, temperaturas extremas e incendios forestales. Su principal uso es como ornamental por lo que se comercializan plantas y semillas, y tanto escapo e inflorescencia son comestibles. (IUCN,2019)

Una parte de la población se encuentra protegida por el Parque Nacional Cumbres de Monterrey (IUCN,2019).

2.5 Áreas protegidas

Las áreas protegidas se eligen predominantemente por diversidad en cuanto a vertebrados y la vegetación, y se puede asumir que se incluyen otros elementos bióticos que se quieren representar y además darles un manejo apropiado (Falcón et al., 2021)

2.6 Técnicas de muestreo en poblaciones vegetales

Las comunidades de plantas están constituidas por individuos sésiles lo que facilita el muestreo, sin embargo por tratarse de organismos modulares en muchas especies es difícil identificar individuos. Por esta razón, en algunas especies no puede determinarse el tamaño absoluto de la población. No obstante, la abundancia poblacional puede obtenerse mediante estimaciones de la densidad (biomasa por unidad de superficie, % de cobertura, etc) (Martella et al, 2012).

2.6.1 Muestreo sistemático

Las unidades de muestreo se seleccionan de acuerdo a un patrón preespecificado, por lo tanto; el único elemento aleatorio es la elección del punto inicial en el patrón. El patrón más común consiste en una red donde las unidades de muestreo se colocan en hileras equidistantes. Algunas ventajas de este muestreo es que requiere menor gasto y se considera que una muestra deliberadamente diseminada sobre toda la población será más representativa que una muestra aleatoria (Flores, 2019).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

- GPS
- Sistemas de información geográfica (SIGS)
- Computadora
- Formatos para sitios de muestreo
- Equipo para delimitación de sitios de muestreo (estacas, hilos o cuerdas)
- Flexómetro

3.2 Metodología

Con el fin de conocer las poblaciones del maguey de montaña que presentan características idóneas para garantizar la sobrevivencia de la especie se consideraron los siguientes parámetros:

- 1) Distribución de las poblaciones
- 2) Sanidad
- 3) Estado fenológico
- 4) Ejemplares en floración
- 5) Ejemplares muertos
- 6) Hijuelos

El muestreo en campo permitió obtener las variables adecuadas para realizar la valoración del estado de conservación, además, los criterios y aspectos considerados importantes para el desarrollo de la especie se complementaron con la revisión de literatura.

3.2.1 Muestreo Sistemático

Se utilizó el método de muestreo sistemático para determinar la distribución y estado de la población de *Agave montana*. A través de sistemas de información geográfica (SIGS) se creó una malla de puntos aleatorios distribuidos cada 70 m, considerando las características topográficas del terreno.

Se consideraron 10 sitios rectangulares distribuidos en el área de estudio ubicados con la ayuda del GPS. La dimensión de cada sitio fue de 10 m de largo por 20 m de ancho (Figura 1), de tal forma que se cubriera una superficie de 200 m² por unidad de muestreo.

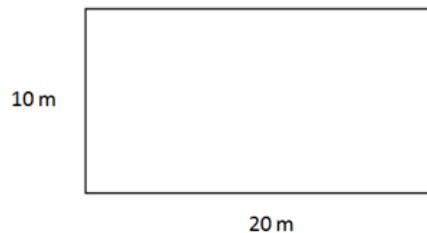


Figura 6. Dimensión de los sitios de muestreo.



Figura 7. Establecimiento de los sitios de muestreo.

La distribución espacial de la especie permitió delimitar un polígono en Qgis, ubicando geográficamente las poblaciones de *Agave montana* como se indica en la siguiente figura:

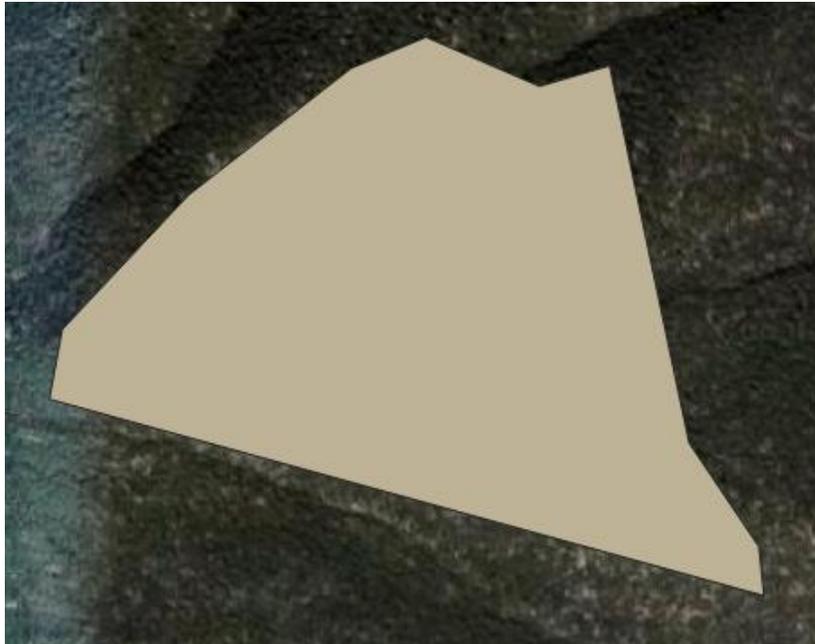


Figura 8. Polígono del área de muestreo.

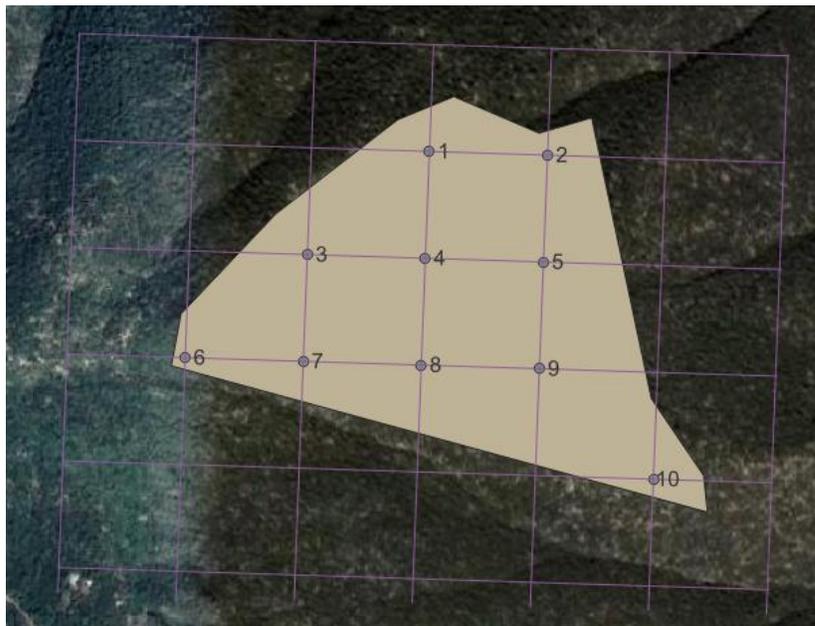


Figura 9. Cuadrícula o malla distribuida en el polígono de estudio.

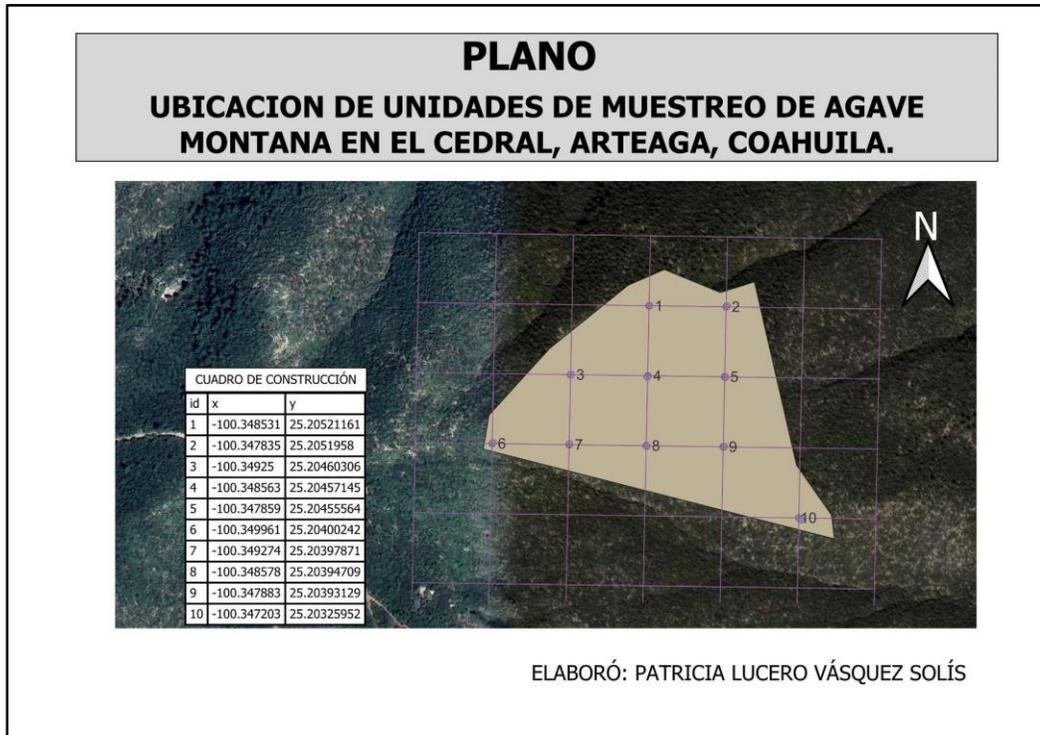


Figura 10. Ubicación de unidades de muestreo de *Agave montana* en El Cedral, Arteaga, Coahuila, México.

Los formatos de campo y las coordenadas de los sitios se encuentran en el Anexo 1.

Muestreo de poblaciones

La medición de la abundancia poblacional es una actividad esencial para la obtención de datos con fines de investigación y respaldo a la toma de decisiones de manejo. Así, es evidente la importancia de conocer sus principios más importantes. Pero la abundancia es una variable de limitada utilidad debido a que no incluye ninguna información acerca del área de distribución de la población problema. Un atributo poblacional que permite estandarizar la información y efectuar comparaciones en tiempo y espacio, es la densidad poblacional, la que se define como el número promedio de individuos de una población por unidad de área o por unidad de hábitat.

La estimación de la densidad poblacional se necesita en la mayor parte de los estudios de ecología de poblaciones, y para la comparación de los efectos de determinadas intervenciones humanas o condiciones ambientales. Se trata de un atributo directamente mensurable a través del muestreo, pero por otra parte, permite, a su vez, estimar parámetros poblacionales que sintetizan características demográficas de las poblaciones (Martella et al, 2012).

Área de Estudio

El área de estudio se ubica al sureste del estado de Coahuila, en colindancia al este con el estado de Nuevo León, en la Sierra de Arteaga, Coahuila.

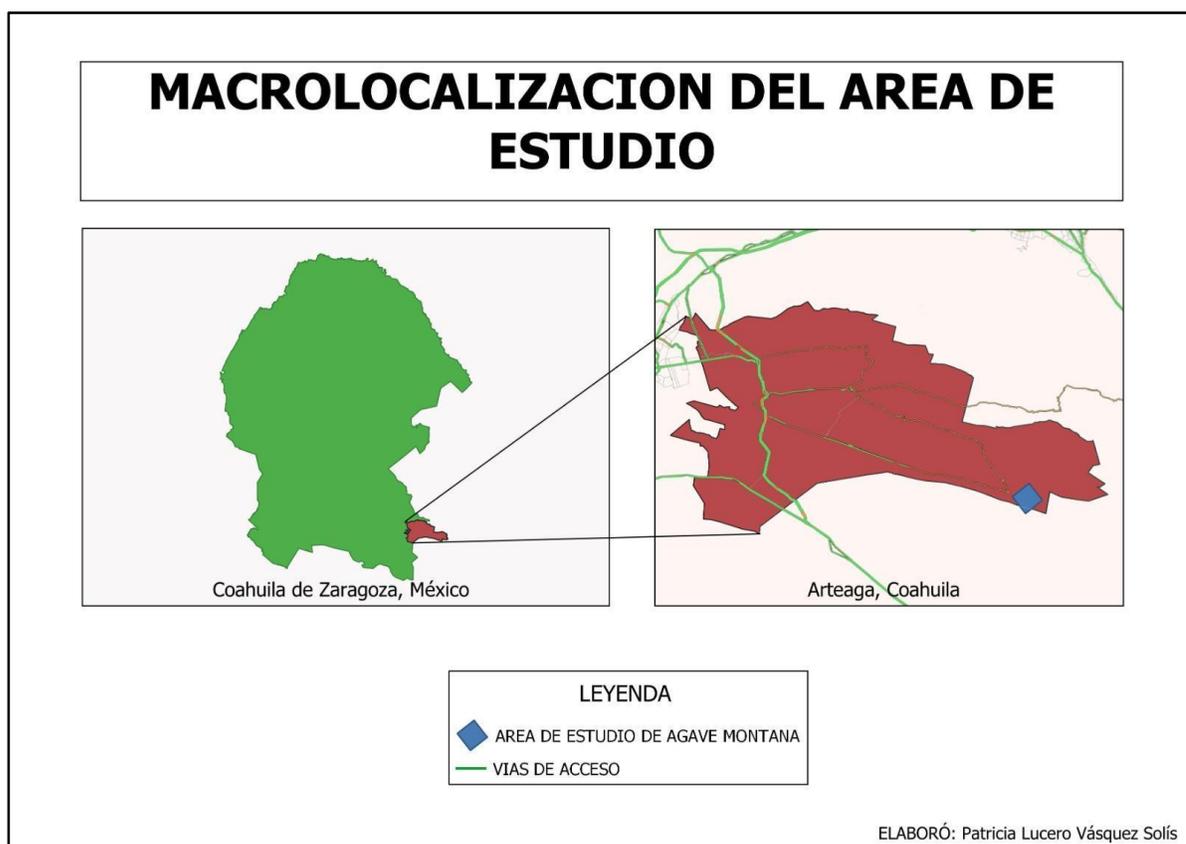


Figura 11. Macrolocalización del área de estudio.

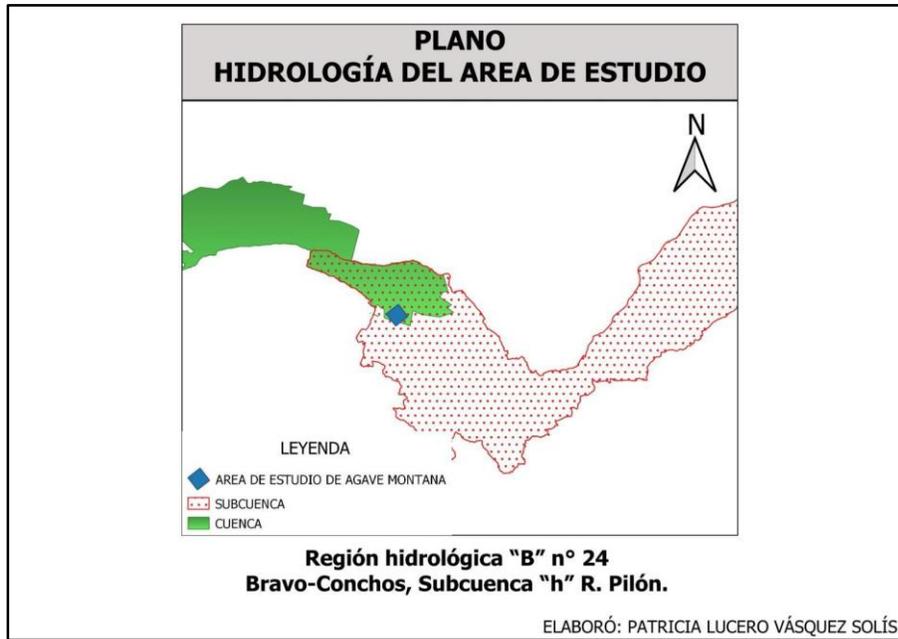


Figura 12. Hidrología del área de estudio.

El área de estudio cuenta con un suelo de tipo litosol, con una vegetación dominante de bosque de coníferas, además de contar con una corriente intermitente de agua (Figura 12).

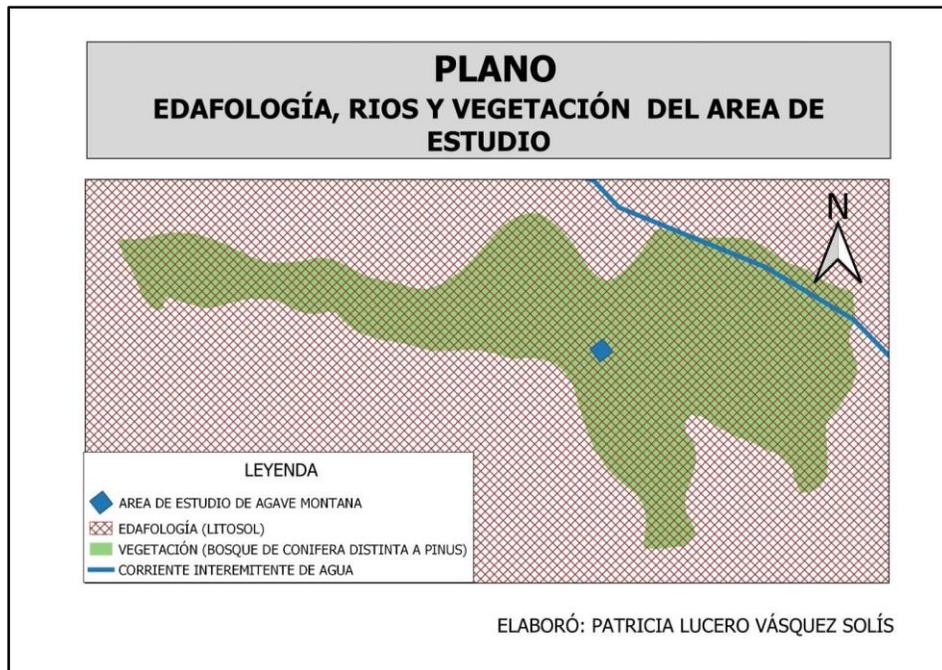


Figura 13. Edafología, ríos y vegetación del área de estudio.

4. RESULTADOS

La vegetación del área de estudio se compone de matorral de encinos arbustivos con elementos de bosque de coníferas.

Dentro del área de estudio, destaca la presencia de especies arbustivas y arbóreas asociadas: *Quercus hintoniorum*, *Quercus greggii*, *Dasyllirion (micropteam)*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus greggii*, *Pinus culminicola*, *Pinus flexilis*, *Arbutus xalapensis*, *Salix paradoxa*, *Cupressus arizonica*, *Populus tremuloides*, *Pseudotsuga menziesii*.

Aunque todos los individuos de la población de *Agave montana* pertenecen a la misma zona, se someten a las mismas condiciones climatológicas, a los mismos polinizadores y consumidores es notable que hay poblaciones que se desarrollan con más rapidez que otras e incluso que la especie se reproduce de forma más rápida y eficaz por medio de propagación de hijuelos que por la floración misma.

De las 10 unidades de muestreo, el sitio 1 presentó la densidad más alta (2.05), además, el muestreo permitió conocer el estado fenológico, número de individuos muertos, individuos adultos de la población de *Agave montana* y especies asociadas, destacando que el mayor número de individuos son hijuelos, además se considera una mortalidad normal. Se encontraron agaves adultos con escapes florales de gran tamaño (alrededor de 8 m) en algunos casos. La diversidad de especies vegetales representa un factor esencial para el funcionamiento del ecosistema, por lo tanto algunas especies dominantes juegan un papel importante en el mantenimiento de la productividad y la biodiversidad.



Figura 14. Poblaciones de magueyes.

Factores que benefician el crecimiento de la población.

Se observó que la especie puede crecer por dos formas de reproducción: La asexual por medio de hijuelos que crecen en la base de la planta madre y son genéticamente iguales a ella, es un método de reproducción muy efectivo y rápido que es común en el género *Agave* donde cada planta madre puede dar dos hijuelos, y puede ocurrir desde los 2 o 3 años de vida de la planta. La segunda forma de reproducción

es la sexual por medio de la floración del maguey y que solamente ocurre una vez en el ciclo de vida del género *Agave* para que la planta finalmente muera.

Afortunadamente se observaron muchos escapos florales secos, como indicativo que los magueyes concluyeron su ciclo de vida y dejaron descendencia en el área de estudio, logrando la reproducción sexual de la especie.



Figura 15. Hijuelos de Maguey



Figura 16. Maguey en etapa reproductiva entre Pinos.



Figura 17. Individuos de maguey muerto al haber concluido su ciclo de vida.

Factores que afectan el crecimiento de la población

Algunos magueyes presentaron síntomas de enfermedad, el número de individuos enfermos fue significativamente bajo, aproximadamente 1 individuo de cada 16 presenta como síntoma manchas amarillas y rojas en las hojas. Sin embargo, no se encontró ningún individuo muerto a causa de esta posible enfermedad.

No sé identificó de que enfermedad se trata.



Figura 18. Maguey con síntomas de enfermedad.

Es preciso mencionar que todos los individuos que ya estaban muerto, presentaban escapo floral, como muestra de haber concluido su ciclo de vida con éxito.

5. DISCUSIÓN

El género de los magueyes comprende a un grupo de plantas capaces de desarrollarse en bosques templados y zonas tropicales de nuestro país gracias a las condiciones de humedad y sombra que les provee el medio ambiente y especies aledañas a ellos, pero en el caso de las zonas áridas y semiáridas de nuestro país es excepcional como sobreviven a las condiciones de suelos rocosos, con baja humedad y altas radiaciones (Treviño et al., 2011), bajo estas particulares condiciones de crecimiento ocurren los endemismos que toman un valor ecológico e histórico para términos biológicos, en donde existen taxones nativos que solo existen en un espacio temporal del planeta y en otros no (De Cantolle, 1820).

Los magueyes datan en México desde tiempos prehispánicos, se alude que el uso de éstos pudo ocurrir desde aquel entonces pues algunos grupos étnicos veneraban a los magueyes considerándolos como plantas divinas e incluso una de sus Diosas “Mayahuel” se le consideraba como la diosa del Maguey (Alanís et al., 2011). La importancia de este cultivo para ellos e incluso su veneración a una diosa recaía en la obtención de materias primas para la subsistencia como las fibras, savia y carnosidad del maguey, se considera que muchos grupos y pueblos étnicos no habrían podido subsistir sin los magueyes. Con el pasar de los años, el uso y aprovechamiento de los magueyes ha ido disminuyendo pero no ha cesado completamente, aun se aprovecha para la obtención de fibras, alimentos, bebidas alcohólicas, combustibles y ornamentales. Para las personas que viven en el medio rural, los magueyes suponen una forma de subsistir, tanto que ellos conocen la importancia de la especie y la propagan en sus parcelas o cerca de los bordes agrícolas y ganaderos (Alanís et al., 2011). Los campesinos que se dedican al cultivo de magueyes dentro de sus comunidades ayudan a la conservación, protección y preservación del suelo, quienes creen que los magueyes son plantas muy nobles en cuanto al crecimiento y desarrollo, no

requieren de condiciones muy específicas. Los magueyes poseen valor comercial, pero sobretodo aportan beneficios ecológicos que tienen gran peso en la conservación de los suelos, en especial los del norte de nuestro país que son muy susceptibles a la erosión y propician la asociación de plantas, son uno de los pocos géneros que viven en estas condiciones especiales y que contribuyen a otras, tan solo con esto ya es motivo para la conservación y manejo de la especie, pero la realidad es totalmente opuesta, es una de las especies que se aprovecha de forma más desmesurada en la mayor parte de las ocasiones (Alanís et al., 2011).

Las poblaciones de magueyes se han visto muy escasas, son el resultado de las colectas desmedidas que se han realizado de las especies de este género por su gran valor ornamental dentro del mercado nacional pero más del internacional. En el caso de que una especie reduzca tanto su población por situaciones que la ponen en riesgo como éstas provoca pérdidas en la variabilidad genética y como consecuencia disminuye la potencialidad para que sobreviva a las alteraciones que ocurran en el medio ambiente que las rodea, por consiguiente hay repercusiones en la pérdida de la biodiversidad, en los ciclos biológicos, particularmente el del agua ya que es una especie que captadora ya aprovechadora del agua que alteraría la estabilidad del ecosistema (Alanís et al., 2011).

Para la conservación y aprovechamiento de los ecosistemas de forma racional se requiere de los previos estudios de la flora y vegetación en general, sobre todo de especies vulnerables que necesitan información inmediata para determinar el grado de amenazas que puedan afectar a las poblaciones (Salas et al., 1999).

Los datos del recuento de la especie *Agave montana* en el área protegida examinada son preliminares, en general no existen estudios florísticos acabados referidos para esta especie que ayuden a determinar con certeza el estado más acertado para su conservación. La distribución de las especies endémicas determina la necesidad de establecer áreas en otros del estado de Coahuila para incrementar las posibilidades de conservación de una parte sustancial de una de las especies endémicas de Magueyes de México de las zonas semiáridas. La

información hasta ahora reunida no permite determinar, con certeza, el estado de riesgo en que se encuentran las poblaciones de la especie.

A día de hoy existe una marca en el mercado de destilados de Maguey que presume un licor 100% de *Agave montana*, que por cada planta cosechada, siembran 25 plantas más, no mencionan el origen o procedencia de tales plantas, a su vez esto podría ser una amenaza para la biodiversidad genética de la especie donde incluso puede fomentar un monocultivo de la especie que esté siendo aprovechada, incluso abre una oportunidad de competencia por la comercialización de este destilado.

Sería altamente recomendable poder conservar la especie por medio de su distribución en jardines botánicos, los cuales también son educativos, su propagación *in vitro* en laboratorios de instituciones supondría un reservorio de la especie fuera del área de donde crecen normalmente. En el mercado informal se venden semillas y plantas que no especifican su procedencia, que fomentan en algunos casos el saqueo y extracción de ejemplares de algunas zonas protegidas.

6.CONCLUSIONES

El Maguey de Montaña tiene un crecimiento poblacional estable, permite la regeneración natural de la especie y entra en la categoría de preocupación menor (LC) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y se propone en la categoría de Sujeta a Protección Especial de la Norma Oficial Mexicana 059, siendo la menor categoría de riesgo.

De acuerdo al objetivo general, si es necesario hacer una propuesta de manejo de la especie, aunque si bien recordamos que los datos del recuento de la especie *Agave montana* en el área protegidas examinada son preliminares, y que no existen estudios florísticos acabados y mucho menos recientes referidos para esta especie para determinar con certeza el estado más adecuado para su conservación. La información hasta ahora reunida no permite determinar, con certeza, el estado de riesgo en que se encuentran las poblaciones de la especie.

Al ir al sitio de estudio que es el hábitat natural de la especie, fue posible observar que la especie *Agave montana* crece entre pinos, alamillos, abetos, es decir junto a especies maderables forestales que son aprovechables, por lo que darle un manejo al Maguey y un estatus ayudará a que su aprovechamiento sea adecuado, o que la recolocación de ejemplares sea en las altitudes ideales para la especie.

7.LITERATURA CITADA

1. Alanís-Flores G. J. y González-Álvarez M. (2011) FORMAS DE USO DE LOS MAGUEYES (*Agave* spp.) EN NUEVO LEÓN, MÉXICO Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México
2. Alducin-Martínez, C.; Ruiz M., K.Y., Jiménez-Barrón, O.; Aguirre-Planter, E.; Gasca-Pineda, J.; Eguiarte, L.E. y Medellín, R.A. Uses, Knowledge and extinction risk faced by *Agave* species in Mexico. *Plants* 2023, 12, 124. <https://doi.org/10.3390/plants12010124>
3. Barrientos R., G., Esparza I., E. L.; Segura P., H. R.; Talavera M., Ó.; Sampedro Rosas, M. L. y Hernández Castro, E. (2019) Caracterización morfológica de *Agave angustifolia* y su conservación en Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* volumen 10 número 3 01 de abril - 15 de mayo, 2019
4. Berger, A. 1915. *Die Agaven* Beitrage zu einer monographie. Verlang Von Gustav Fisher, Jenna 228 pp.
5. Castillo-Quíroz, D., Villarreal-Quintanilla, J. Á., Cano-Pineda, A.. (2007) EL GÉNERO *Agave* L. bajo cultivo, taxonomía, distribución y usos. *Revista Ciencia forestal en México* 32
6. Castro- Valera. (2003) Marchitez del agave. DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA
7. Cervantes-Ramírez, M. C. (2002) *Plantas de Importancia Económica en las zonas áridas y semiáridas de México*. Instituto de Geografía UNAM ISBN: UNAM 970-32-0182-02.

8. Colunga, P., García M. ; Zizumbo-Villarreal, D.; Martínez-Torres, J.. (2007) Tradiciones en el aprovechamiento de los agaves mexicanos: una aportación a la protección legal y conservación de su diversidad biológica y cultural Unidad de Recursos Naturales. Centro de Investigación Científica de Yucatán. . Mérida, Yucatán,
9. Domínguez R., M. S.; González J., M. de la L.; Rosales G., C.; Quiñones V., C.; Delgadillo D. de L., Silvestre; Mireles O., S. J. y Pérez M. B., E. (2008) El cultivo in vitro como herramienta para el aprovechamiento, mejoramiento y conservación de especies del género agave Investigación y Ciencia, vol. 16, núm. 41, mayo-agosto, 2008, pp. 53-62 Universidad Autónoma de Aguascalientes Aguascalientes, México
10. Eguiarte, L. E.; Souza, V. y Silva-Montellano A. (2000) Evolución de la familia Agavaceae: Filogenia, biología reproductiva y genética de poblaciones. Departamento de Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.
11. Eguiarte L. E., y V. Souza. (2007) Historia natural del Agave y sus parientes: Evolución y ecología. Pp. 3-22. In:
12. Colunga G. M., P.; Larqué S., A.; Eguiarte, L. E. y Zizumbo-Villarreal, D., editors, En lo ancestral hay futuro: Del tequila, los mezcales y otros agaves. Mexico: CICY-CONACYT-CONABIO-INE.
13. Espinosa-Barrera, L. A. (2015) Generalidades e importancia de los agaves en México. Posgrado en Ciencias Biológicas, Unidad de Biotecnología Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY). 7: 161–164 http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/ ISSN: 2395-879
14. Falcón B., A.; León C., J.L.; Montañez R., M.. (2021) How effective are conservation areas to preserve biodiversity in Mexico?, Departamento de Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal

de las Casas, México, *Perspectives in Ecology and Conservation* 19 (2021) 399–410

15. Flores L., C.(2019) Apuntes Muestreo Forestal. Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Mexico. pp 55-
16. García-Mendoza, Abisaí Josué, Franco Martínez, Irma Sonia, & Sandoval Gutiérrez, Daniel. (2019). Cuatro especies nuevas de Agave (Asparagaceae, Agavoideae) del sur de México. *Acta botánica mexicana*, (126), e1461. Epub 17 de febrero de 2020. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1461>
17. García Núñez, H., Arzate Fernández, A., Piña Escutia, J., & Norman Mondragón, T. (2022). Entre Agaves:. *Revista De Identidad Universitaria*, 1(17), 17-18. Consultado de <https://revistaidentidad.uaemex.mx/article/view/18992>
18. Golubov Jordan; C. Mandujano María; Arizaga Santiago; Martínez-Palacios, Alejandro ;Koleff Patricia. (2007) Inventarios y conservación de Agavaceae y Nolinaceae
19. González Á. , M. (2005) REVISIÓN TAXONÓMICA DE LA SECCIÓN *Salmianae* Berger DEL GÉNERO Agave L. (AGAVACEAE) Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México.
20. Good-Avila, Sara V.; Souza, Valeria ; Gaut, Brandon S.; and Eguiarte, Luis E. (2006) Timing and rate of speciation in Agave (Agavaceae) , Stanford University, Stanford, CA, May. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.060331210
21. Hernández- Cerdá, María E. (1992) DELIMITACIÓN ESPACIAL DE LAS ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO, Estudios Geográficos, Vol 53 Núm 206 Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
22. IUCN. (2019) The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-3. www.iucnredlist.org.
23. J. M. Pinos-Rodríguez , J. R. Aguirre-Rivera , J. C. García-López , M. T. RiveraMiranda , S. González-Muñoz , S. López-Aguirre & D. Chávez-Villalobos

- (2006) Use of "Maguey" (*Agave salmiana* Otto ex. Salm-Dick) as Forage for Ewes, *Journal of Applied Animal Research* 30(2): 101-107, DOI: 10.1080/09712119.2006.9706596
24. Köppen, W. & Geiger, R., 1936: *Das geographische System der Klimate*, Berlin.
25. Lorea-Hernández FG. (2002) La familia Lauraceae en el sur de México: Diversidad, distribución y estado de conservación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 71: 59-70.
26. Manson, R. H. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México *Madera y Bosques*, 10(1): 3-20.
27. Martella M.B; Trumper E.; Bellis L. M; Renison Daniel; Giordano Paola F.; Bazzano Gisela; Gleiser Raquel M. (2012) *Manual de Ecología Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres*. Cátedra de Ecología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Av. Velez Sarsfield 299 (5000). Córdoba, Argentina.
28. Mandujano, M. C. (2007). *Inventarios y conservación de Agavaceae y Nolinaceae*. Colunga, P., L. Eguiartey, A. García,(Eds).
29. Noguera-Urbano, Elkin A.. (2017). El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta zoológica mexicana*, 33(1), 89-107.
30. Otzen Tamara; Manterola Carlos (2017) *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio Sampling Techniques on a Population Study*. *Int. J. Morphol.*, 35(1):227-232, 2017.
31. Pulido-Flores Griselda; Monks Scott; López-Herrera Maritza. (2015) *Estudios en Biodiversidad Volumen I* Zea Books Lincoln, Nebraska Ciudad del Conocimiento Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5 s/n C. P. 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México
32. Salas de León, Sonia Nelly; García Mendoza, Abisai; Reyes Agüero, J. Antonio; Villar Morales, Carlos (Agosto de 1999) *Distribución geográfica y ecológica de la*

flora amenazada de extinción en la zona árida del estado de San Luis Potosí, México Polibotánica, núm. 10, p. 0

33. SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental– Especies nativas de México de flora y fauna silvestres– Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio– Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 30 diciembre, 2010.
34. Simberloff, D. (1986) The Proximate Causes of Extinction Patterns and Processes in the History of Life, eds. D. M. Raup and D. Jablonski, pp. 259-276. Dahlem Konferenzen 1986 Springer-Verlag Berlin, Heidelberg
35. Tarango Arámbula, L. A. PROBLEMÁTICA Y ALTERNATIVAS DE DESARROLLO DE LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS DE MÉXICO Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, vol. IV, núm. 2, 2005, pp. 17-21 Universidad Autónoma Chapingo Durango, México
36. Treviño-Carreón, Jacinto; Mora-Olivo, Arturo; Carreón-Pérez, Alejandro; Valiente-Banuet, Alfonso Descubriendo el valor de los magueyes tamaulipecos CienciaUAT, vol. 5, núm. 3, enero-marzo, 2011, pp. 34-40 Universidad Autónoma de Tamaulipas Ciudad Victoria, México
37. UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) (2012) CATEGORÍAS Y CRITERIOS DE LA LISTA ROJA DE LA UICN Versión 3.1 Segunda edición
38. Ullrich, E. 1990. *Agave macroculmis* Todaro en *Agave gentryi* Ullrich spec. nov. *Succulenta* 69(10):210-214.
39. Vázquez-García, José. (2016). Nuevas áreas de alta diversidad de agaves, hallazgos de nuevos agaves mexicanos y nuevos agavarios en el Occidente de México.
40. Verhoek, S. (1841) Agavaceae

41. Villa S., A., M. Caballero D. 1977. Técnicas de muestreo usadas en México en inventarios forestales, desarrollo histórico. *Ciencia Forestal*. 2(10):3-30.
42. Villarreal Q., J. A. (1996). UNA NUEVA ESPECIE DE “AGAVE” SUBGÉNERO “AGAVE” (AGAVACEAE) DE MEXICO. *SIDA, Contributions to Botany*, 17(1), 191–195. <http://www.jstor.org/stable/41960966>
43. Villarreal-Quintanilla, J. Á.; Encina- Domínguez, J. A. (2005) Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes MÉXICO. *Acta Botánica Mexicana* 70: 1-46.

ANEXO 1

Hoja para trabajo de campo del muestreo en el área de estudio



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO MUESTREO DE AGAVE MONTANA

FECHA:	
SITIOS No:	
MUESTREO No:	
COOR X:	
COOR Y:	

CARACTERÍSTICAS DEL SITIO	
ESPECIES PRESENTES	
% PENDIENTE	
DENSIDAD ARBOREA	
EXPOSICIÓN	

AREA DE ESTUDIO: _____
 MUNICIPIO: _____
 ESTADO: _____
 INVESTIGADOR: PATRICIA LUCERLO VASQUEZ SOLIS
 ASESOR: DR. JOSÉ ANGEL VILLARREAL

# DE INDIVIDUO	VIVO	MUERTO	FASE FENOLOGICA	PLAGAS	ENFERMEDADES	DISTURBIO	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							