



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZATACALA

DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO TIPO PARA UNA UNIDAD DE MANEJO AMBIENTAL (UMA) DE *Didelphis virginiana* (TLACUACHE) EN EL CENTRO ECOTURISTICO Y DE EDUCACIÓN AMBIENTAL “ARCOS DEL SITIO”, TEPOZOTLAN. EDO. DE MÉXICO.

T E S I S
Que Para obtener el título de:

B I O L O G I A

P R E S E N T A

ANDRES JONATHAN PINEDA HERNANDEZ

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN C. TIZOC ADRIAN ALTAMIRANO ALVAREZ

ESTADO DE MEXICO A 2023





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I WISH THERE WAS A WAY
TO KNOW YOU'RE IN THE
GOOD OLD DAYS BEFORE
YOU'VE ACTUALLY LEFT THEM

- Andy Bernard

DEDICATORIA

A mi madre por ser la mujer más maravillosa que haya existido y que me enseñó a no rendirme, aun en los peores momentos, siempre estas y estarás en mi corazón y en cada decisión que tome, te amo y deseo que estes bien donde ahora estes. Te extraño mucho.

A mi tía y abuela, por tenerme una paciencia infinita, demostrándome que los sacrificios valen la pena, si son para la persona correcta, las amo con todo mi corazón y gracias por esa paciencia infinita que me han tenido, no tengo palabras para agradecer todo lo que me brindan día tras día.

A mi hermano, que ha sido y será mi inspiración, la persona que me ha enseñado a cumplir tus metas y que esforzarse día tras día te vuelven una mejor persona, gracias totales por todo tu apoyo y amor. Te amo.

Agradecimientos

A mi universidad, por darme la oportunidad de pertenecer a la mejor casa de estudios del país.

A mis profesores, que fueron una gran inspiración a lo largo de estos años

A mis compañeros del Museo de Ciencias Biológicas, por todos esos buenos momentos

A Todos esos compañeros que llegue a conocer en la carrera fue un placer coincidir en esta institución

A mis mejores amigos Cesar Jiménez, Francisco Valencia, Elizabeth Morales, Karen Pavón, las mejores personas que pude haber conocido en esta vida y en la carrera, gracias por todo su apoyo y amor.

A mis carnales Cesar Aparicio, Kevin Aldama, Alonso Longoria, Luis Guerrero, Raúl Rivera, Daniela Arochi (la cholondrina), Metztli Langruen, Daniel Munive. Por todo ese gran apoyo durante estos años y que aún están aquí conmigo. Muchas gracias.

A Tania Solá, Fernanda Merino, David Venancio. Por todas es palabras de aliento en los momentos más difíciles. Gracias infinitas.

Gracias a mi familia por apoyarme mucho en este proceso.

CONTENIDO

Introducción.....	7
Historia de las UMA'S	8
Marco jurídico.....	9
Actualidad de las UMA´S en México	10
Educación ambiental y conservación	10
Antecedentes	11
Justificación.....	13
Objetivo general.....	13
Objetivos Particulares.....	14
Materiales y métodos.....	14
Resultados.....	15
Área de estudio.....	15
Área de la UMA.....	15
Orografía.....	17
Hidrología.....	18
Flora y Fauna	19
Aspectos biológicos y ecológicos de la especie.....	22
Descripción de la especie	23
Morfología.....	23
Etología	25
Ciclo reproductivo.....	28
Distribución.....	28
Medidas de manejo y captura.....	29
Cuidados de marsupiales.....	29
Sanidad e higiene.....	31
Alimentación	31
Neonatos.....	33
Crías.....	33

Juveniles	34
Adultos.....	34
Atención veterinaria.....	34
Resfriado.....	34
ectoparásitos y endoparásitos.....	35
Endoparásitos	35
Ectoparásitos.....	37
Hospitalización y Cuarentena.....	38
Baja de ejemplares.....	39
Para obtención de los organismos se realizarán diferentes estrategias de captura.....	39
Sistema de marcaje.....	40
Morfometría	41
Diseño de la UMA.....	42
Plan de reforestación	47
Indicadores de éxito y metas.....	47
Metas	47
Indicadores de éxito	48
Medidas de seguridad y contingencia	51
Posibles riesgos.....	53
Registro e informes	54
Manipulación de ejemplares	55
Cronograma de actividades	55
Presupuesto de la UMA.....	57
Discusión.....	58
Conclusiones	60
Referencias.....	62

Introducción.

México es particularmente importante en términos de riqueza biológica y de ecosistemas, es uno de los 12 países más ricos en el ámbito mundial en biodiversidad. Ocupa el segundo lugar en el mundo en número de especies de reptiles 864_{spp} el tercero en mamíferos 535_{spp}, el cuarto en anfibios 361_{spp} y el undécimo en aves 1 096_{spp} (Cárdenas et al 2013), (Ceballos et al 2005) (Flores et al 2014). Hoy en día esta riqueza biológica y de ecosistemas es de gran importancia para nuestra sociedad, ya que expresa los compromisos e iniciativas viables y efectivas para su conservación. Esta riqueza también ofrece oportunidades día con día, tanto para el país en su conjunto, como para distintos sectores económicos (Delfín, 2011).

Una de las iniciativas para el aprovechamiento y conservación de la vida silvestre se lleva a cabo a través de Unidades de Manejo Ambiental (UMA), es un espacio para promover una alternativa de producción compatibles con el cuidado del ambiente, mediante el uso racional y planificado de los recursos naturales (Delfín, 2011), así como, unidades de producción o exhibición en un área delimitada claramente bajo cualquier régimen de propiedad (privada, ejidal, comunal, federal, etc.), donde se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos mediante la utilización directa o indirecta de los recursos de la vida silvestre y que requieren un manejo para su operación (SEMARNAT 2009).

Actualmente elaborar, promover e implementar instrumentos para la conservación y el aprovechamiento sustentables de ciertas especies silvestres, es una acción que se realiza a través de los planes de manejo tipo (PMT) con el propósito de integrar estrategias ambientales legales enfocadas a la vida silvestre (SEMARNAT 2011). El “Plan de Manejo tipo” es una herramienta clave para la realización del manejo sustentable en la UMA. Para que el Plan de Manejo sea aprobado y autorizado, debe garantizar la conservación de los ecosistemas, sus elementos, la viabilidad y permanencia de las poblaciones de especies existentes dentro del predio en que se realizará el aprovechamiento, con especial énfasis en aquellas que serán sujetas a algún tipo de aprovechamiento (SEMARNAT 2009).

El marco legal donde se aborda la regulación del uso de la fauna silvestre actualmente se encuentra en la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su reglamento (DOF 3-07-2000; última reforma DOF 19-01-2018). En ella se establecen cuáles son los objetivos de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA); restauración, protección, mantenimiento,

recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable (Gallina *et al*, 2014).

En cuanto a la fauna silvestre, existe una gran variedad de organismos con las que podemos contar con algún tipo de aprovechamiento uno de ellos son los marsupiales de la familia Didelphidae que en México existen 6 especies como *D. virginiana* y *D. marsupialis* entre otras. Éstas habitan distintos ambientes, incluso con incidencia de perturbaciones antropogénicas, son capaces de desplazarse a grandes distancias en poco tiempo y pueden cambiar de hábitos alimenticios con relativa facilidad, lo que probablemente ha ayudado a que las especies ocupen grandes áreas en su distribución geográfica (Cruz *et al*, 2014).

Historia de las UMA'S

Las unidades de manejo ambiental empezaron a implementarse en nuestro país cinco años antes del nuevo siglo, siendo así una herramienta novedosa para ordenar la apropiación de la biodiversidad por parte de la sociedad mexicana. Antes de su creación se habían probado distintas metodologías o formas, como los ranchos cinegéticos, los cotos de caza e incluso los viveros de plantas de ornato, solo por mencionar los 3 más comunes. La conjunción entre manejo y conservación dio pauta a una profunda modificación en la forma en que el Estado encara su responsabilidad como responsable de la permanencia del patrimonio natural de la nación. Esta nueva aproximación contribuyó a la democratización de la conservación de la naturaleza: en tanto que incorpora a la sociedad, frecuentemente a los menos privilegiados, tanto en la toma de decisiones acerca de las especies que merecen la pena aprovechar y como se debe de hacer, abriendo la posibilidad de que las comunidades efectúen procesos de apropiación del paisaje sin la participación permanente del gobierno (Robles de Benito, 2009).

A entradas del nuevo siglo la SEMARNAT estableció el programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural, que contribuyó en la primera estrategia nacional de manejo integral de la biodiversidad mexicana. El componente primordial del programa fueron las UMA'S, la cual tiene su base legal definida en la LGVD, promulgada el 3 de julio del 2000, junto con los ordenamientos Ecológicos del Territorio (OET) y la creación de Áreas Naturales Protegidas (ANP), constituyen los principales instrumentos para la conservación de la biodiversidad del país (Gallina-Tessaro *et al*, 2009).

Como evento “novedoso”, el caso de la UMA todavía no ha sido del todo asimilado, dichas unidades frecuentemente son enfrentadas con recelo, criticadas sin conocimiento de causa o simplemente hechas a un lado como fantasía de “ecologistas y biólogos”. Vistas de otra manera, han sido un instrumento para el empoderamiento de las comunidades rurales del país y como un instrumento para el despojo de la biodiversidad nacional en manos de fuerzas transnacionales (Robles de Benito, 2009). Así mismo promueve los esquemas de producción compatibles con el cuidado del ambiente, a través del uso racional de los recursos naturales renovables, frenando o revirtiendo los procesos de deterioro ambiental.

Marco jurídico

La base legal de las UMA'S está definida en la Ley General de Vida Silvestre (DOF, 2021), en su Artículo 3º, Fracción XLVIII, “determina que las Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre. Los predios e instalaciones registrados que operaran de conformidad con un plan de manejo aprobado dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyan” (SEMARNAT, 2014).

En el CAPITULO VIII, ARTICULO 39, dice que: Los propietarios o legítimos poseedores de los predios o instalaciones en los que se realicen actividades de conservación de la vida silvestre deberán avisar a la secretaria, la cual procederá a su incorporación al Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. Así mismo, cuando además se realicen actividades de aprovechamiento, deberán solicitar el registro de dichos predios o instalaciones como Unidades de Manejo Para la Conservación de Vida Silvestre. Tendrán como objetivo generar la conservación del hábitat natural, poblaciones y ejemplares de especies silvestres. Podrán tener objetivos específicos de restauración, protección, mantenimiento, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable (SEMARNAT, 2014).

CAPITULO VIII, ARTICULO 40 menciona que: “para registrar los predios como unidades de manejo para la conservación de vida silvestre, la secretaria integrará, de conformidad con lo establecido en el Reglamento, un expediente con los datos generales, los títulos que acreditan la propiedad o legitimidad posesión del promovente sobre los predios, la ubicación geográfica, superficie y colindancias de estos: y un plan de manejo. Deberá contener objetivos específicos donde se establezcan las metas a corto, mediano y largo plazo: e indicadores de éxito, información biológica de las especies sujetas a plan de manejo, descripción física y biológica del área y su

infraestructura, los métodos de muestreo, calendario de actividades, medidas de manejo de hábitat, poblaciones y ejemplares, medidas de contingencia, los mecanismos de vigilancia, en su caso, los métodos y formas de aprovechamiento y el sistema de marca para identificar los ejemplares, pares y derivados que sean aprovechados de manera sustentable (SEMARNAT, 2014).

De acuerdo al tipo de manejo las UMA'S se clasifican en extractivas y no extractivas, en el Artículo 3° fracción I y II se define al aprovechamiento extractivo como: La utilización de ejemplares, partes o derivados de especies silvestres, mediante colecta, captura o caza: No extractivo como: Las actividades directamente relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural que no impliquen la remoción de ejemplares, partes o derivados, y que, de no ser adecuadamente reguladas, pudieran causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres (SEMARNAT, 2014).

Actualidad de las UMA'S en México

Las UMA'S se han ido transformando y fortaleciendo a lo largo de los años ocupando grandes extensiones del territorio nacional.

Según el reporte de la SEMARNAT (2017), para abril del 2017 en el país se tenían registradas un total de 12649 UMA vigentes, cubriendo una superficie acumulada superior a las 34.71 millones de Hectáreas” cerca del 17.3% del territorio nacional

Actualmente las UMA'S no se han podido implementar en todo el territorio nacional según Ramírez y Mondragón, (2010), la mayor concentración se encuentra en la parte norte del país muy contrario a lo que sucede en la parte sur y centro, esto debido a la situación al nivel socioeconómico de los dueños de la tierra, las capacidades técnicas especializadas en las distintas regiones, el tipo de especies exploradas y la falta de estudios de mercado entre otras (SEMARNAT, 2014).

Educación ambiental y conservación

Se entiende que por educación es un proceso de desarrollo sociocultural continuo de las capacidades que las personas en sociedad deben generar y que se realiza tanto dentro como fuera de su entorno, a lo largo de toda la vida. La educación implica impulsar las destrezas y las estructuras cognitivas, así como valores, costumbres, que determinan nuestros comportamientos o formas de actuar (Álvarez, 2003). Educar como proceso permite la construcción, la

reconstrucción y reflexión de conocimientos, conductas de valores y desarrollo de las capacidades individuales y colectiva (Macedo *et al*, 2007).

La educación ambiental es un proceso permanente en el cual los individuos y las comunidades adquieren conciencia de su ambiente, se aprenden los valores, destrezas, experiencia y también la determinación que les capacite para actuar, individual y colectivamente, en resolución de los problemas ambientales presentes y futuros. El objetivo general parte como un proceso educativo ampliamente ligado a las características políticas y económicas de las naciones. En este sentido, la educación ambiental nace haciendo de la naturaleza un bien universal y no manejable por los intereses particulares de nadie (Cantú-Martínez, 2014).

De esta manera, se considera que las actividades de educación ambiental son un elemento fundamental que no debe faltar un plan de manejo orientado a la conservación y aprovechamiento sustentable de recursos naturales y que, deben estar dirigidos tanto a pobladores locales, como a aquellos que tienen influencia en el área de interés. Asimismo, se relacionan, particularmente, con los objetivos dispuestos para el establecimiento y fortalecimiento de las UMA.

Antecedentes

Actualmente *D. virginiana* es una especie muy poco estudiada, aunque algunos autores como Cruz y colaboradores en el 2014 determinaron la diversidad génica y la abundancia relativa de *D. virginiana* y *D. marsupialis* en Chiapas, donde encontraron diferencias génicas entre poblaciones de distintas regiones.

Krause y colaboradores en el 2006 en su libro THE OPOSSUM: ITS AMAZING STORY describen la historia *Didelphis virginiana*, desde sus orígenes hasta su ciclo de vida, sus hábitos y la importancia de este.

En el departamento de zoología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Arcangeli, (2014), describió cual es el manejo de crías de Tlacuache (*D. virginiana*) en cautiverio, los primeros auxilios que deben recibir las crías junto con instrucciones para su alimentación y alojamiento en lo que éstas alcanzan la talla para ser devueltas al medio silvestre. De igual forma, se dan recomendaciones para el tratamiento de algunas afecciones que se pueden presentar durante el cautiverio.

Ceballos y colaboradores en el 2005 nos presentan un libro de mamíferos de México, en él describen 5 especies de marsupiales: *Chironectes minimus* (tlacuache acuático), *Didelphis*

marsupialis (tlacuache), *Didelphis virginiana* (tlacuache), *Metachirus nudicaudatus* (tlacuache de 4 ojos), *Philander opossum* (zarigüeya gris de 4 ojos). A sí como su distribución, hábitos alimenticios, ciclo de reproducción, morfología y su importancia.

Delfín en el 2011 en el Manual de técnicas para el estudio de fauna, menciona como se elabora un proyecto de manejo de fauna silvestre, explicando que son las UMA's y cuáles son los requisitos para el desarrollo de éstas y los pasos a desarrollar para cumplir sus objetivos.

En la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) del 2018 nos indica la normativa para el aprovechamiento de la vida silvestre, derivado del artículo 73 de la Constitución Política Mexicana.

En la SEMARNAT se pueden encontrar diferentes planes de manejo tipo para distintas especies como:

Plan de manejo tipo de venado cola blanca en zonas templadas y tropicales de México (2007) conservando su hábitat natural, poblaciones y ejemplares en el norte de México (SEMARNAT,2007)

Plan de manejo tipo de venado bura para UMA extensiva (2010) donde se promueve la conservación del hábitat y las poblaciones del venado bura mediante la implementación de técnicas y métodos de poco impacto al medio ambiente, para un aprovechamiento sustentable (SEMARNAT, 2010)

Plan de manejo tipo para el conejo teporingo (2010) donde se tiene como objetivo, garantizar la conservación y recuperación de la especie en su hábitat (SEMARNAT, 2010)

Plan de manejo tipo para el aprovechamiento de carnívoros en vida libre (2011) donde se promueve la conservación de los carnívoros y su hábitat natural (SEMARNAT, 2011)

Plan de manejo tipo para pecarí de collar (2011), de manejo intensivo, donde se implementa medidas de manejo del pecarí, obteniendo información compatible a nivel nacional de los ciclos biológicos naturales de las poblaciones, comunidades y ecosistemas, implementación de técnicas

de reproducción garantizando una buena calidad y cantidad de la producción de ejemplares (SEMARNAT, 2011)

Plan de manejo tipo para tepescuincle (2011) con el objetivo de estandarizar medidas de manejo y seguimiento de los ejemplares y poblaciones de especies sujetas a aprovechamiento, para garantizar su sustentabilidad (SEMARNAT, 2011).

Plan de manejo tipo para armadillo de nueve bandas (2012) donde se ejecutan técnicas de manejo sobre ejemplares del armadillo en cautiverio para su aprovechamiento sustentable (SEMARNAT, 2012)

En la GUIA TECNOLOGICA PARA LA ELABORACION DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA), publicada por la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES), se muestran los procedimientos para su elaboración así ayuda a los titulares de las empresas en actual operación a una más fácil y correcta preparación, ejecución y seguimiento; a fin de obtener los mejores resultados posibles en la mitigación y control de los impactos ambientales negativos atribuibles a las actividades industriales principalmente.

Justificación.

D. virginiana es una especie arborícola y nocturna, es de gran importancia ecológica ya que es un marsupial dispersor de semillas y controlador de plagas que llega a consumir una gran cantidad de insectos y vertebrados que son perjudiciales a las actividades humanas. Estos organismos temen a la presencia del hombre, la reducción de su hábitat les ha obligado a acercarse demasiado a los asentamientos humanos, por ello es común encontrarlos en las cercanías de las casas en busca de alimento. En las comunidades rurales suelen ser perseguidos para alimento o pueden ser confundidos con ratas gigantes. En otros lugares se les atribuye propiedades curativas, debido a esta razón son cazados desmesuradamente. A menudo se les denomina ingenieros sanitarios de la naturaleza y son un gran indicador valioso de la salud general del medio ambiente.

Objetivo general.

Diseñar un plan de manejo tipo para una UMA de *Didelphis virginiana* (Tlacuache) en Arcos del Sitio, Tepetzotlán. Edo de México.

Objetivos Particulares.

- Caracterizar al organismo tanto sus medidas de manejo, como los requisitos del hábitat que requiere
- Conocer las principales problemáticas que enfrenta la zona de estudio.
- Desarrollar estrategias de manejo para lograr la conservación del hábitat y las poblaciones silvestres de *D. virginiana*
- Establecer las medidas de manejo para realizar el aprovechamiento sustentable de las poblaciones y ejemplares del tlacuache
- Realizar un plan de contingencia para minimizar el impacto que pueda generar esta.

Materiales y métodos.

Caracterización de la especie.

Se realizará una investigación bibliográfica de la especie, sobre aspectos de su biología (ciclo de vida) y ecología.

Medidas de manejo

Se propondrá un esquema de manejo basado en conocimientos del organismo, así como planes de investigación a largo plazo, de acuerdo con el plan de manejo tipo (SEMARNAT 2009) se desarrollará cada uno de los puntos contemplados, adecuándose con el área y la especie.

Condiciones o requisitos del hábitat

Se realizará un diagnóstico del área para determinar las condiciones que el organismo necesita para su adecuado desarrollo, la zona se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, tales como el agua, suelo, aire flora y fauna, paisaje y aspectos sociales culturales y económicos.

Plan de contingencia

Se realizará un plan de contingencia para identificar, describir y evaluar los impactos ambientales que se puedan generar, dirigida para moderar, atenuar o disminuir los impactos negativos que el proyecto puedan generar sobre el entorno humano o natura (CEDES 2015).

Resultados

Área de estudio.

El parque estatal “Sierra de Tepotzotlán” se ubica en la parte norponiente de la cuenca del valle de México y sur de la cuenca del río Tula dentro de los municipios de Tepotzotlán y Huehuetoca (ver Fig.1). Cuenta con una extensión aproximada de 13,175 hectáreas a una altura de 2,350 msnm en las coordenadas 19° 42' 00" N, 99° 13' 30" W y 19° 50' 00", 99° 22' 00". Cuenta con un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, esta característica se debe a que se encuentra en una zona de transición, se perciben dos subtipos climáticos, al norte inicia una zona semiárida con precipitación media anual de 600 a 700mm y hacia el sur hay condiciones de clima templado, con una precipitación media anual de 700 a 800 mm (PEEM, 2004).

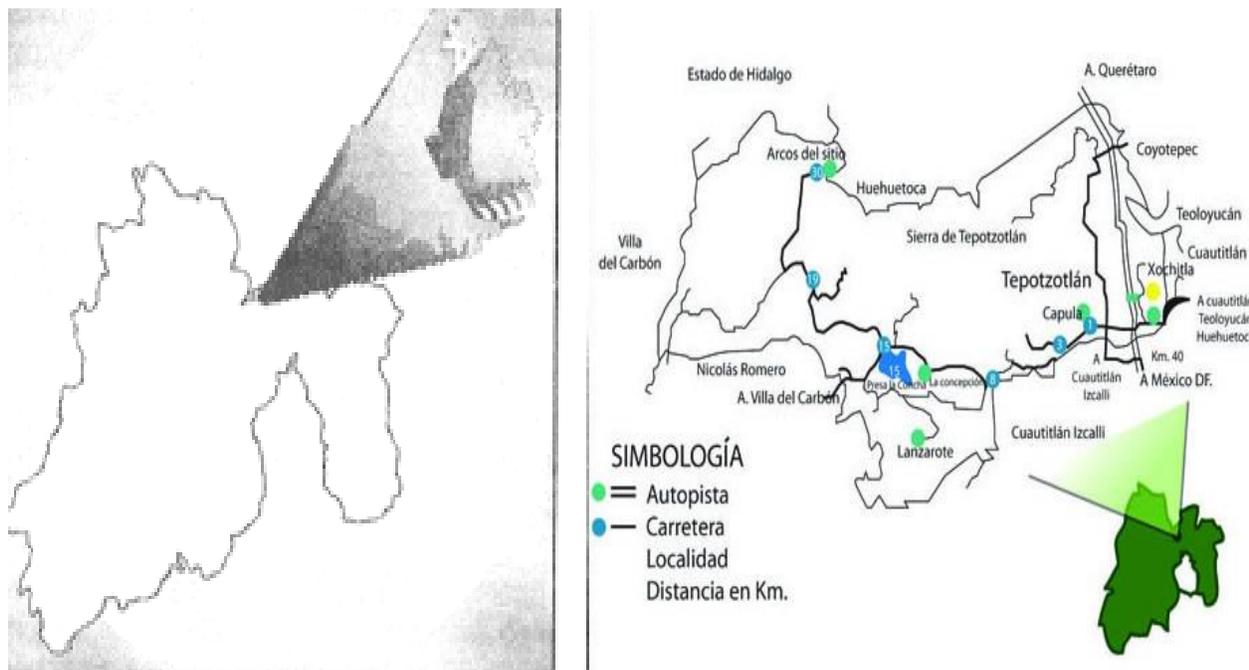


Fig 1. Localización del Parque Estatal “Sierra de Tepotzotlán.

Área de la UMA

El Centro Ecoturístico y de Educación Ambiental “Arcos del Sitio” (CEEAAAS), se localiza geográficamente en la parte norte de la cuenca del valle de México y en el sur de la cuenca del Río Tula (ver Fig. 2), constituye además una zona de transición entre la Zona Metropolitana del Valle de México y la zona rural. En estas zonas existen áreas boscosas pobladas de encinos, madroños, arbustos, cetáceas, agaves etc. En cuanto a la fauna silvestre podemos encontrar:

coyote, conejo, liebre, zorrillo. tlacuache, Huron, ardilla, tuza, armadillo, zopilote, colibrí, Águila, víbora de cascabel, cincuate, lagartija, ranas y sapos entre otros (PEEM 2004., Ayuntamiento de Tepetzotlán 1997).



Figura 2. Localización del área de estudio

En la zona marcada con las coordenadas $19^{\circ}45'38.08''$ N $99^{\circ}20'48.12''$ O (ver Fig.2). Se pretende desarrollar la UMA ya que es un área considerablemente grande y con menos perturbación o actividad humana. El área consta de 2.5 ha, se encuentra un cuerpo de agua, vegetación secundaria (pastizal) y bosque de Quercus (encinos). Cuenta con un sendero que conecta hacia la mina cascabel y el cerro de 3 cabezas. Dentro del área dispondremos de un esquema representativo de la UMA (ver Fig. 3).



Figura 3. UMA dentro de las instalaciones de arcos del sitio

Orografía.

La orografía del municipio de Tepetzotlán presenta diferentes registros de altura, que van desde los 2250 hasta los 2950 m.s.n.m. (ver Tabla.1), que alcanza la montaña más alta y que corresponde al pico La Palma y al cerro tres cabezas se rige principalmente a la agricultura la que se ve amenazada últimamente por la urbanización, entre las principales zonas montañosas que cuenta la sierra de Tepetzotlán se encuentran: La Palma, Tres Cabezas, Peña colorada, Cerro gordo, El carrizal, Picacho Santa Rita, El Filo, cerro de piedra, La columna, Los Santillanes, El Calvario, El Tejocote, El Divisadero (Municipio de Tepetzotlán, 2007).

Tabla 1. Principales elevaciones de la sierra de Tepetzotlán y su altitud.

ELEVACIÓN	ALTITUD (M.S.N.M.)
Pico "La Palma"	2,950
Cerro "Tres Cabezas"	2,950
Peña Colorada	2,850
Cerro Gordo	2,700
Cerro "El Carrizal"	2,650
Picacho "Santa Rita"	2,600
Cerro "EL Filo"	2,600
Cerro de Piedra	2,550
Cerro "La Columna"	2,500
Los Santillanes	2,500
Cerro "El Calvario"	2,450
Cerro "El Tejocote"	2,450
Cerro "El Divisadero"	2,450

El sistema orográfico es variado, la mayor parte está integrado por un conjunto de cañadas, lomeríos y llanos circundados por la cadena montañosa de la sierra, las principales formaciones geomórficas en el municipio son:

- Sierra: conformada por la Sierra de Tepetzotlán
- Laderas: Lo constituyen las tierras bajas del valle del río Tepetzotlán
- Colinas: están conformadas por los cerros en los extremos noreste y oeste del municipio
- Llanuras: lo constituyen las tierras bajas del valle del Río Tepetzotlán

Hidrología.

Es frecuente que las irregularidades en el terreno den lugar a pequeñas áreas que se encharcan en la época de lluvias. Las obras de drenaje profundo revelaron que el subsuelo de la sierra de Tepetzotlán, al igual que el resto de la cuenca se encuentra saturado de agua, representando una gran riqueza que puede ser utilizada con un máximo aprovechamiento al pie de la sierra, donde es la zona de mayor infiltración.

Los recursos hidrológicos más importantes es la presa La concepción, irriga los suelos de los poblados de Santiago Cuautlalpan, San mateo Xoloc, Santa Cruz, Tepetzotlán y parte de los suelos de Cuautitlán Izcalli. La presa cuenta con una capacidad 12'500,000 m³ de agua, de la cual se derivan el Río Hondo de Tepetzotlán, que es afluente del Río Cuautitlán, y el río Zanja Real (Municipio de Tepetzotlán, 2007).

Características de uso de suelo.

La principal aptitud del suelo en el municipio es el agropecuario: ocupa una superficie de 3,849.50 ha, el uso urbano a su vez ocupa una superficie de 2.018.35 ha (ver tabla. 2).

Tabla 2 Aptitud del suelo en el Municipio de Tepotzotlán superficie y porcentaje de uso.

APTITUD	SUPERFICIE(HA)	%
Urbana muy baja, mediana y alta densidad	2,018.35	16.03
Agrícola	3,849.50	30.57
Pecuario	3,800.61	30.18
Forestal	2,924.37	23.22
Total	12,592.83	100.00

La mayoría de los suelos son altamente productivos para la agricultura y otras actividades como la industrial (ver Tabla.3) además de que existe agua en la mayor parte del territorio que ha propiciado al desarrollo de la zona.

Para el uso urbano, sus limitantes son la topografía por sus altas pendientes y en la zona sur del municipio por inundaciones, ocasionando un mayor costo en las construcciones.

El principal uso del suelo es la agricultura, abarca una superficie de 3,849.50 ha; seguido del uso habitacional con 2,018.35 ha (Municipio de Tepotzotlán, 2007).

Tabla 3. Principales actividades de uso de suelo de Tepotzotlán.

USO	SUPERFICIE(HA)	%
Agricultura de riego	1,517	7.26
Agricultura de temporal	2,332.5	11.17
Parque natural	7,877.26	37.72
Habitacional	2,018.35	9.67
Industria	182.70	0.87
Equipamiento y servicios	74.30	0.36
Otros usos	6,880.89	32.95
Total	20,883	100.00

Flora y Fauna

Al alterarse las condiciones del ambiente repercute sobre la flora y fauna, dentro del municipio la vegetación a ha disminuido notablemente debido a la expansión de la mancha urbana, al grado de que en la actualidad solo se encuentran pocos tipos de vegetación, como plantas que se

desarrollan en los alrededores de las viviendas, a la orilla de las viviendas, vías de comunicación, zanjas, cortes de montañas y terrenos baldíos, se disminuyen en función de las diferentes condiciones climáticas, edáficas y como factor decisivo del tipo de acción humana.

La posición geográfica del municipio hace que sea prodigio a la variedad de flora existente, esta se ha visto reducida considerablemente a raíz de la expansión agrícola, tala inmoderada y a los incendios forestales accidentales o inducidos.

A continuación, se menciona las diferentes especies de flora y fauna que algunos autores describen y su predominancia en la sierra de Tepetzotlán (Altamirano, 2006), (Jiménez, 2012) y (Robledo, 2007) (Tabla. 5 y 6).

Tabla 4. Lista de plantas de la Sierra de Tepetzotlán.

Tipo de vegetación	Especies encontradas
Bosque de Quercus	<i>Quercus rugosa</i> , <i>Quercus Mexicana</i> , <i>Quercus rugosa</i> , <i>Quercus frutex</i>
Matorral xerófilo (cactaceae) Opuntia	<i>Opuntia streptacantha</i> , <i>Opuntia cantabrigiensis</i> , <i>Opuntia sarca</i> , <i>Opuntia lindheimeri</i> , <i>Opuntia cantabrigiensis</i> . <i>Opuntia tomentoso</i> , <i>Opuntia engelmannii</i> , <i>Opuntia oligacantha</i>
Mamilaria	<i>Mammillaria atrorubra</i> , <i>Mammillaria Fulvispina</i> , <i>Mammillaria magnimmama</i> , <i>Mammillaria purpurea</i> , <i>Mammillaria rhodota</i> , <i>Coryphantha pycnacantha</i>
Agave	<i>Agave salmiana</i>
Stenocactus	<i>Stenocactus crispatus</i>
Coryphantha	<i>Coryphantha pycnacantha</i> , <i>Coryphantha cornifera</i> , <i>Coryphantha ottonis</i>
Pastizal	<i>Milla biflora</i> , <i>Nothoscordum bivalve</i> , <i>Zephyranthes fosteri</i> , <i>Zephyranthes sessilis</i> , <i>Zephyranthes verecunda</i> , <i>Echeandia mexicana</i> , <i>Echeandia flavencens</i> , <i>Echeandia nana</i> ,

	<i>Asphodelus fistulosus, Kniphofia uvaria, Lobelia gruina, Lobelia fenestralis, Dahlia pinnata, Dahlia coccinea, Gymnosperma glutinosum, Simsia amplexicaulis, Artemisia ludoviciana, Gnaphalium Viscosum, Manrribium Vulgare, Datura stramonium, Agastache mexicana, Prunus salicifolia, crataegus mexicana</i>
--	---

La fauna al igual que la flora, se ha reducido en forma considerable, debido a la explotación inmoderada de los bosques, incendios forestales, la cacería furtiva y la expansión de la agricultura, para el municipio de Tepetzotlán se reporta la existencia de las siguientes especies.

Tabla 5. Lista de vertebrados encontrados de la Sierra de Tepetzotlán.

Tipo de fauna	Especies encontradas
Mamíferos	<i>Canis latrans, Sylvilagus cunicularius, Sciurus aureogaster, Didelphis virginiana, Nasua narica, Leptonycteris nivalis, Pteronotus parnellii, Dasypus novemcinctus, Urocyon cinereoargenteus, Aurora geoffroyi, Odocoileus virginianus, Romerolagus diazi, Desmodus, rotundus, Lynx Rufus, Mus musculus, Nasua narica, Procyon lotor</i>
Aves	<i>Pyrocephalus rubinus, Coragyps atratus, Ptiliogonys cinereus, Harmorhous mexicanus, Hirundo rustica, Icterus pustulatus, Leucolia violiceps, Momotus mexicanus, Saucerottia berykkina, Melanerpes formicivorus, Piaya cayana, Myioborus miniatus, Cathartes aura, Basilinna leucotis, Cardellina rubra, Buteo jamaicensis, Melanerpes chrysogenys, Mitrephanes phaeocercus, Dryobates scalaris,</i>

	<i>Pachyramphus aglaiae, Egretta thula, Caracara cheriway, Accipiter striatus, Buteo brachyurus</i>
Anfibios	<i>Eleutherodactylus nitidus, Craugastor augusti, Hyla eximia, Incilius occidentalis, Lithobates spectabilis</i>
Reptiles	<i>Sceloporus torquatus, Sceloporus spinosus, Crotalus aquilus, Sceloporus grammicus, Barisi imbicata, Diadophis punctatus, Crotalus molossus, Salvadora mexicana, Pituophis deppei, Conopsis lineata, Masticophis mentovarius</i>

Aspectos biológicos y ecológicos de la especie

A pesar de que existe la idea ampliamente de que los marsupiales son únicos de Australia, en realidad existen alrededor de 90 especies de marsupiales en el continente americano, el orden Didelphidimorphia comprende a la mayoría de los marsupiales del continente americano, e incluye una familia y alrededor de 90 especies conocidas llamadas comúnmente tlacuaches, tlacuachines. Casi todas las especies del orden tienen una distribución restringida en Sudamérica, sin embargo, existen 8 especies que llegan a México (Ceballos et al 2005).

Los marsupiales son mamíferos que presentan una variación en tamaño y morfología, varía en tamaño de especies similares a un ratón y hasta especies similares a un gato, las especies con mayor tamaño son los canguros que habitan en Australia (alrededor de 200ssp). Hay especies insectívoras, carnívoras nectarívoros, omnívoras y herbívoras, la mayoría de las especies son solitarias, de hábitos nocturnos y semiarborícolas. En general presentan un pulgar oponible y la cola prensil, lo que le permite desplazarse ágilmente entre los árboles. La mayoría de las especies han proliferado como consecuencia de las actividades antropogénicas (Krause y Krause, 2006),

Descripción de la especie

El tlacuache es un tipo de animal clasificado como un mamífero metaterio o marsupial. Un esquema de clasificación completo acorde con las reglas de la comisión internacional sobre nomenclatura zoológica (Krause y Krause, 2006) se establece como:

Tabla 6. Clasificación taxonómica del tlacuache

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrata
Clase	Mammalia
Subclase	Theria
Infraclase	Metatheria
Orden	Didelphimorphia
Familia	Didelphidae
Genero	<i>Didelphis</i>
Especie	<i>Didelphis virginiana</i>

Nombre común: tacuache o zarigüeya

Morfología

Didelphis virginiana un marsupial de tamaño relativamente grande, de cuerpo robusto y fuerte, con un rostro largo y puntiagudo, se puede confundir con *D. marsupialis*, pero difiere de éste en presentar mejillas blancas. Pude ser caracterizada a distancia por su cola similar a la de una rata, es alargada (Figura 5), puntiaguda y escamosa con pocos pelos, suele medir menos del 90% de la longitud de la cabeza y el cuerpo generalmente cubierto en la base por pelaje negro y desnudo en la parte posterior (Krause y Krause, 2006).



Figura 5. Cola de *Didelphis virginiana*

La coloración del cuerpo en la parte dorsal es gris o blancuzca (raramente obscura), presenta pelos de guardia con puntas blancas. Toda la parte ventral es blanca, crema o amarillenta, la parte media basal de la cola, las piernas y las patas son negras. El pelo es largo y áspero. Las orejas son desnudas y negras con una línea delgada blanca en la punta. presente en las poblaciones norteñas (figura 6). El rostro es pálido, con estrechos anillos oculares negros y una línea media pálida en la frente. Cola prensil. aguzada y peluda en la base y escamosa en el resto (Ceballos, 2005).



Figura 6. Didelphis virginiana

Etología

Los tlacuaches son animales de hábitos nocturnos, arborícolas y terrestres. Es un organismo no territorial, pero se excluyen de otras especies cuando llegan a su lugar de origen, abarcan grandes territorios dependiendo de la variabilidad de comida con tendencia a divagar (Figura 7). Generalmente abarcan territorios alargados que circulares ya que siguen los bordes de ríos o arroyos en búsqueda de comida, si hay variabilidad de comida el rango de desplazamiento será corto, si la comida escasea llegan a viajar hasta 3.2 km (Krause y Krause, 2006).



Figura 7. Tlacuache alimentándose de una ardilla

Se alimentan de insectos, pequeños vertebrados y material vegetal, preferentemente de frutas y semillas de temporada. Su periodo de mayor actividad entre las 23:00 y 02:00 hrs. Sus refugios usualmente se encuentran al nivel del suelo, entre rocas, árboles huecos o usan madrigueras hechas por otros animales. Cada madriguera, por lo general, es ocupada por una familia o por una hembra con sus crías (Figura 8). Los tlacuaches son poco sociables, excepto durante la época de reproducción. Las vocalizaciones que pueden emitir son silbidos, gruñidos o chillidos y son usados en situaciones de combate o defensa. Ocasionalmente emplea una táctica de defensa pasiva llamada tanatosis (Figura 9), que consiste en quedarse inertes simulando estar muertos (Ceballos, 2005).



Figura 8. *Didelphis virginiana* en su madriguera.



Figura 9. Tlacuache y su mecanismo de defensa llamado tanatosis

Ciclo reproductivo

Los individuos alcanzan la madurez sexual entre los 6 y 8 meses y las hembras aparentemente tienen sólo dos años de actividad reproductiva, ya que muy pocos tlacuaches sobreviven más allá del tercer año de vida. La estación reproductiva es larga, con dos picos de apareamiento al año. El primer apareamiento se lleva a cabo en enero y febrero y el segundo pico ocurre en junio y Julio en Norteamérica. El periodo de gestación es de 12.5 a 13 días. El número de crías al nacer puede ser hasta de 21: sin embargo, el número promedio es de 6.8 a 8.9 (Figura 10). El tamaño de las camadas es mayor en la parte norteña de su área de distribución (8 a 9 crías) que en la sureña (6 a 7 crías). Las crías al nacer miden 10-14 mm y pesan 0.13 a 0.16 gr. Después del nacimiento migran hacia el marsupio donde continúan su desarrollo fijándose de un pezón durante unos 50 días más; posteriormente, hacen breves incursiones fuera del marsupio sin desprenderse de la madre. Son completamente destetados e independientes al cabo de 3 a 5 meses. (Ceballos, 2005).



Figura 10. D. Virginiaiana con crías

Distribución

Habitan en una gran variedad de hábitats, principalmente las tierras bajas y lomeríos de bosques, cerca de ríos, arroyos, esteros, pantanos y marismas, al igual que en zonas de matorral, tierras de

cultivo y zonas suburbanas. En México se le ha registrado prácticamente en todo su territorio (Figura 11), aunque con menor presencia en la zona del altiplano y de la península de baja california (Cruz et al 2014).



Figura 11. Mapa de distribución de *D. virginiana*

Medidas de manejo y captura

Los criterios de medias de manejo de cada UMA dependen de las especies que se deseen seleccionar para hacer un manejo adecuado (Arcangeli, 2014., Romero- Almaraz et at 2007). En caso de *D. Virginiana* se tomarán en cuenta:

- El hábitat, infraestructura de las madrigueras de acuerdo con la edad.
- Comederos. Alimentación y agua
- Reproducción e incubación
- Sanidad e higiene
- Captura y marcaje
- Educación ambiental
- Hábitat.

Cuidados de marsupiales.

Para las diferentes etapas del ciclo de vida del organismo, se tomará en cuenta los cuidados y medidas de seguridad implementados por Arcangeli, 2014 y Vivas, 2016 descritos de la siguiente manera:

Crías: Las crías de esta edad no pueden regular su temperatura corporal y por lo tanto dependen de la temperatura del cuerpo de su madre, donde están protegidos del frío por el marsupio. Para evitarlo, los pequeños se deben colocar adentro de una caja de cartón llena de papel periódico cortado en tiras (Fig.8) y de ser posible se deben mantener debajo de un foco de luz cálida a una temperatura aproximada de 36°C. Si la temperatura es menor, las crías pueden enfermarse y presentar los síntomas típicos de un resfriado como son: tos, estornudos, ojos llorosos y moco abundante. Para aliviar estas molestias se les puede administrar 1 gota de vitamina C (ácido ascórbico) diaria durante 5 días.



Figura 12: crías de tlacuache durmiendo en una caja de cartón rellena de tiras de periódico

Juveniles: Es necesario fomentar las conductas de vida libre mediante la aplicación de enriquecimiento ambiental. Éste puede consistir en algunas modificaciones a su albergue como son: la colocación de troncos para que trepen, presas vivas (ratones pequeños) para que aprendan

a cazar, exploraciones para que encuentren su alimento y caminatas al aire libre para que se familiaricen con su entorno. De igual forma, el albergue se debe colocar en un lugar con poca luz para mantener los hábitos de actividad nocturnos. Con estas actividades, los juveniles no sólo incrementarán su periodo de actividad, sino que además podrán convivir varios individuos en un albergue sin que estos presenten señales de agresión.

Adultos: El tamaño adecuado (aproximadamente 48 cm o 120 días). En este momento, ellos tienen excelentes probabilidades de sobrevivir ya que, al ser de hábitos omnívoros, pueden comer cualquier planta o animal que encuentren. Lo ideal sería que se encuentren cerca de algún cuerpo de agua para que tengan buena disponibilidad de alimento.

Sanidad e higiene

Al principio la caja de cartón se debe cambiar una vez a la semana y el papel periódico cada tercer día. Se debe evitar que las crías tengan contacto con sus heces para que no se enfermen. Para evitar que las crías eliminen sus desechos dentro de la caja de cartón, se puede improvisar una letrina en una caja de plástico cubierta con papel periódico. Las crías se deben colocar adentro de ésta después de haberlas alimentado para que eliminen la orina y el excremento en ella, tan pronto como esto suceda se debe sacar a las crías y cambiar el papel periódico. De esta manera, los organismos se acostumbran a eliminar sus desechos en un solo lugar. Más tarde, cuando los juveniles sean introducidos en la jaula hay que observar el lugar que escogen para este fin y colocar ahí la letrina. Si en algún momento presentan diarrea hay que darles un poco de suero para evitar que pierdan líquidos y comenzar un tratamiento con metronidazol para combatir la infección: dosis inicial 15 unidades de una jeringa de insulina, dosis subsecuentes 10 unidades; durante el primer día éstas se harán cada 4 horas y en los días siguientes cada 8 horas, hasta completar 5 días de tratamiento.

Alimentación

Teniendo en cuenta el desarrollo de los organismos la alimentación se dará acorde a la edad y peso de los individuos (Tabla 7), para este proceso se tomó en cuenta el estudio de Vivas, 2016 y Barrera, 2019, y así determinar la edad de las crías y que alimento, cantidad y frecuencia es el adecuado para estas.

La edad aproximada se determinará con la siguiente tabla:

Tabla 7. Determinación de la edad en crías de *D. virginiana*

Tiempo en días	Descripción morfológica
1-15	Comienza el desarrollo de las patas traseras, tuercen la cola de forma voluntaria.
17	Se observan los órganos sexuales
20-25	Las orejas se liberan de la cabeza, pueden mover las patas traseras.
35	Empieza el crecimiento de las vibrisas y del pelo.
50	La longitud del cuerpo desde la cabeza hasta la cola es de unos 10 a 12 cm. El pelo se ce corto y esparcido. El dorso ya tiene pigmentación. Los ojos y la boca están parcialmente cerrados.
60	Pueden abrir los ojos. El pelo ya se ve oscuro y cubre al cuerpo. Erupciona el tercer premolar.
70	El pelo es largo y cubre totalmente al cuerpo, excepto a aquellas zonas que serán desnudas. Erupciona el segundo premolar
80-90	La longitud del cuerpo, desde la cabeza hasta la cola, es de unos 20 cm. Hacen aparición los incisivos, los caninos y el primer molar

Para la determinación de la edad de los juveniles y adultos se determina mediante el desgaste dentario del maxilar superior (Schweigmann et al 1999)

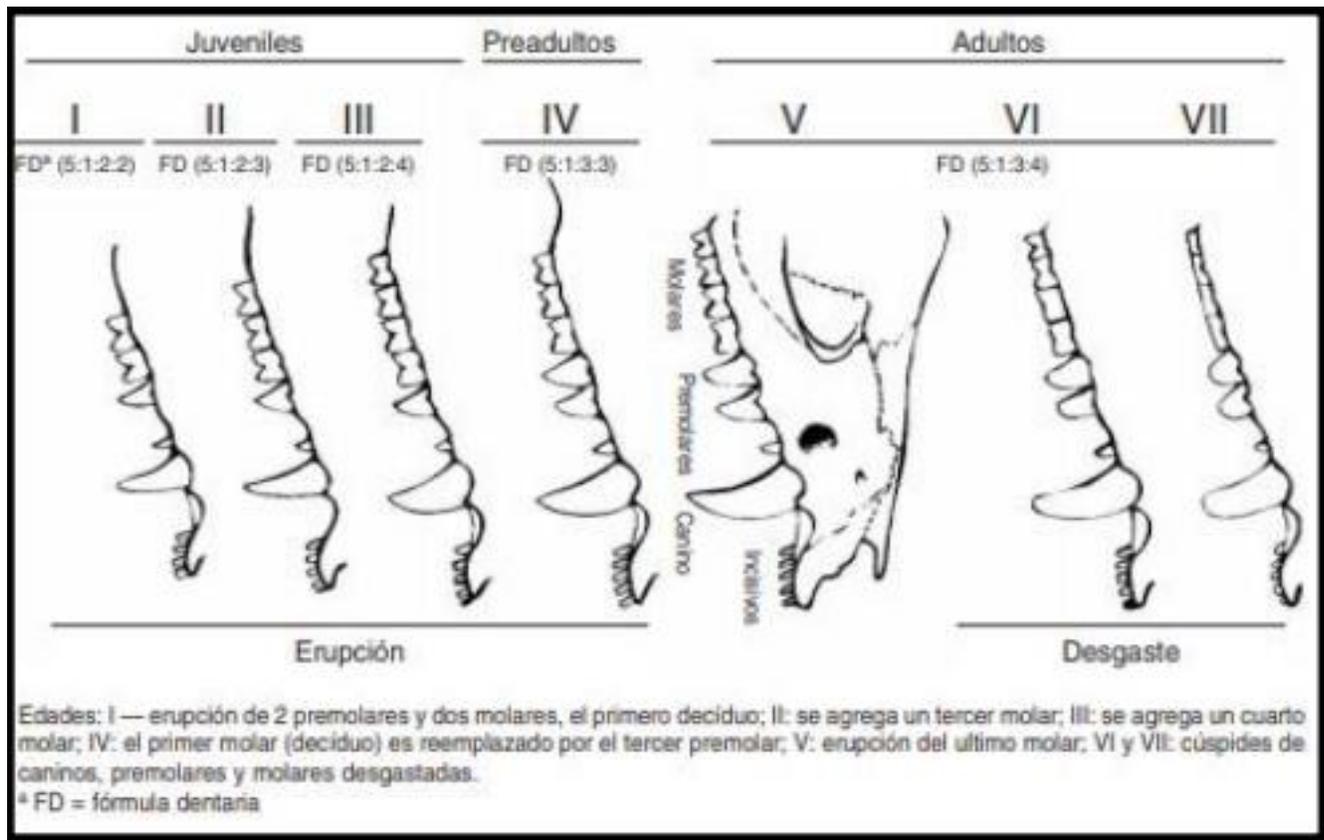


Figura 13. Determinación de la edad mediante desgaste dentario de *D. virginiana*

Neonatos.

El alimento suministrado de los neonatos se encuentra en una edad aproximada de los 50 días o menos se hace con leche en polvo las cantidades y frecuencias se hacen mediante en relación con su peso y se administra mediante una jeringa de insulina.

Crías.

Si la cría tiene en promedio de edad de 70 días o menos en conjunto con la leche en polvo, se les administra papillas de fruta fresca como plátano, papaya y mango y suplementos de calcio y multivitamínicos. Las cantidades y frecuencias de alimento se hacen con base a su peso.

Pasando los 70 días de edad o al ver que erupciona el segundo premolar, la cría estará lista para consumir frutas enteras, la cual será cortada en pequeños trozos y con la ayuda de una pinza se dará para que puedan consumirla mejor, en estos momentos se empieza a incluir en la dieta además de la fruta suplementos de calcio, huevo y diferentes tipos de proteína de origen animal que se encuentren a disposición como pollo. Lombrices de tierra grillos y tenebrios.

Juveniles.

Cuando las crías tienen más de 90 días de edad se retirarán del área de crías y se ubicarán en el área de juveniles estas estarán separadas en jaulas, a esta edad ya pueden consumir alimento solas por lo tanto se les dejara el alimento dentro de su albergue, con respecto al agua se utilizarán bebederos que se puedan insertar en la jaula a la altura del animal para evitar que se derramen o que se defequen dentro de los recipientes.

Se le dará frutas y vegetales sin pelar, así como proteína de origen animal como pollo con hueso huevo e insectos.

Adultos

La alimentación en ejemplares adultos se hace de acuerdo con la disponibilidad de alimentos en el área, igualmente se les ofrecerá una variedad de frutas verduras, pollo huevo agua

Atención veterinaria.

Se necesitará como mínimo 1 veterinario zootecnista de planta, para detección temprana de enfermedades y posibles plagas, con lo cual se pretende tener una zona de cuarentena para el aislamiento inmediato del organismo o grupos de organismos infectados, así como el análisis de excretas para la detección de posibles parásitos dañinos. A SI mismo se llevará un control del organismo haciendo pesaje de estos cada semana y chequeo general, toda la información se registrará en bitácoras o cédula de cada individuo.

Se hará una revisión visual diaria de 1 a 2 veces al día, buscado alteraciones o lesiones que este pueda presentar, también cambios de conducta y en constante vigilancia del sitio para la detección temprana de posibles depredadores de la zona o posibles brechas de los encierros para evitar la fuga de los individuos.

Algunos estudios que hablan sobre posibles enfermedades que pueden presentar los marsupiales, se tomara en cuenta las siguientes enfermedades más comunes en este grupo tales como:

Resfriado

Si la temperatura del organismo es menor a los 36°C, es posible que se enfermen y exhiban síntomas propios de un resfriado común, tos, estornudos, ojos llorosos y moco abundante, se recomienda aplicar a cada individuo una gota de vitamina C diaria durante 5 días

ectoparásitos y endoparásitos

Dos señales de que los organismos presentan ectoparásitos, es la pérdida de pelo y el rascarse de forma continua (Arcangeli. 2014), (Barrera. 2019) y (Vivas, 2016). La presencia de endoparásitos intestinales se diagnostica por los síntomas propios de las enfermedades que producen (Tabla 8 y 9).

Endoparásitos

Estudios revelan que los marsupiales pueden ser portadores de una variedad amplia de endoparásitos tales como *Ancylostoma sp*, *Trichuris sp*, *Strongyloides sp*, *Physaloptera sp*, *Macracanthoryhynchus sp* y *Dipylidium sp* (Muller et al 2011), (Schweigmann, 1999).

Tabla 8. Endoparásitos encontrados en marsupiales

Enfermedad	Agente causante	Síntomas	Posible tratamiento	Control
Anquilostomiasis	<i>Ancylostoma sp</i>	Depende de la cantidad de parasitaria, puede causar diarrea que puede ser sanguinolenta, encías palidad, anemia, pérdida de peso	Pamoato de prantel (vía oral) Embonato de pirantel (vía oral) Eprinomectina (tópica)	Desinfectantes Solución de yodo entre 50 y 60 ppm a temperatura de 15°C a 30°C, Etanol al 70 %, Tetracloroetileno s, Control higiénico sanitario de alimentos y agua, manipulación y eliminación adecuada de residuos (heces fecales)
Tricuriasis	<i>Trichuris sp</i>	Las larvas irritan la mucosa y los	Pamoato de pirantel (vía oral),	Los huevos se destruyen por deshidratación y

		adultos penetran la pared del ciego para alimentarse de sangre, al principio asintomático a menos que la infección sea masiva, provocando enteritis ulceraciones e incluso hemorragia intestinal	Ivermectina (vía oral), Epsiprantel (vía oral)	la luz solar, mueren a temperaturas por encima de los 52°C Susceptible a glutaraldehído al 2% o hipoclorito de sodio al 1%
Estrongiloidosis	<i>Strongyloides sp</i>	Diarrea, en caso de infección percutánea puede producirse lesiones eritematosas desarrollando cojeras en los animales, los adultos en el intestino producen una enteritis	Ivermectina (vía oral) Tiabendazol (vía oral)	Limpieza y desinfección con glutaraldehído al 2% o hipoclorito de sodio al 1%, eliminación adecuada de residuos (heces fecales)

	<i>Physaloptera sp</i>	Al principio asintomática y en la mayoría de los casos se curan espontáneamente, en caso de infecciones masivas pueden dañar la mucosa gastrointestinal y producir gastritis, hemorragias, anemia, diarrea negra, vómitos crónicos.	Pamoato de pirantel (vía oral), ivermectina (vía subcutánea u oral)	En los criaderos es esencial cuidar regularmente la higiene y desinfección podemos usar glutaraldehído al 2% o hipoclorito de sodio al 1%, eliminación adecuada de residuos (heces fecales)
	<i>Macracanthorynchus sp</i>			
	<i>Dipylidium sp</i>	Puede causar estreñimiento o diarrea	Niclosamida (vía oral)	Implementación de insecticidas autorizados para la eliminación de pulgas y piojos
Equinostomiasis	<i>Echinostoma sp</i>			

Ectoparásitos

Estudios revelan que los marsupiales pueden ser portadores de una variedad amplia de ectoparásitos tales como:

Tabla 9. Ectoparásitos encontrados en marsupiales.

Enfermedad	Agente causante	Síntomas	Posible tratamiento	Control
Enfermedad de fiebre la de montaña rocosas	<i>Amblyomma tigrinum</i> <i>Rickettsia bellii</i>	Fiebre, salpullido, dolor muscular	Doxiciclina, Fronline (piel nuca) Bravecto (vía oral)	Tratamientos contra ectoparásitos y talcos especializados.
Tifus	<i>Craneopsylla minerva minerva</i>	Fiebre, dolor corporal y muscular, salpullido, vómitos	Doxiciclina, Fronline (piel nuca) Bravecto (vía oral)	Tratamientos contra ectoparásitos y talcos especializados. Baño de agua tibia con jabón posteriormente espolvorear propoxur al 1% polvo, posteriormente eliminar todo el compuesto para evitar que los organismos pasen su lengua y se intoxiquen

Hospitalización y Cuarentena.

Se deberá ingresar a los animales para la realización de exámenes clínicos y así encontrar las anomalías que estén presentes en el organismo, de igual manera deben ser monitoreadas y confirmar los resultados de las pruebas clínicas realizadas, por lo que deberán anexarse en la historia clínica del individuo, se deberá llevar una hoja de evolución, donde se consideran los

resultados de cada prueba practicada y se procederá a realizar el respectivo análisis diagnóstico y plan terapéutico. Una vez encontrada la anomalía, el organismo será trasladado al área de cuarentena, para finalizar allí el periodo de curación. Este proceso será llevado por el veterinario y será asistido por el personal presente (Barrera. 2019).

En el área de cuarentena los organismos permanecerán un periodo de tiempo prudencial, recomendado para el control y vigilancia del desarrollo o manifestación de posibles enfermedades infecciosas. Todo animal que ingrese deberá ser sometido a este proceso a excepción de aquellos que puedan ser objeto de liberación inmediata. El periodo de cuarentena se extenderá hasta que el proceso patológico que se haya registrado en este tiempo haya sido investigado a fondo y resuelto y que garantice que no hay posibilidad de transmisión de ningún agente infeccioso a los demás animales (Barrera. 2019).

Baja de ejemplares

En la UMA se presentarán eventualmente bajas en la colonia dependiendo de las cuales se pueden tomar: donación, intercambio, venta, liberación y muerte.

Cuando la baja se por muerte, se deberán determinar las causas por el especialista en la materia, por lo que se realizara la necropsia del ejemplar en las primeras horas de su deceso, debido a los cambios post-mortem que pueden errar el diagnóstico, por lo que se requiere conservar al organismo en un lugar frío o refrigeración, para tomar las muestras que se consideren representativas de la causa de la muerte, la información obtenida deberá estar en un registro, en caso de no tener algún responsable clínico la muestra se enviara a un laboratorio de diagnóstico incluyendo el expediente clínico y/o los métodos de conservación del organismo. Después de la realización de la necropsia el organismo deberá ser incinerado.

Para obtención de los organismos se realizarán diferentes estrategias de captura

Captura manual. Una gran cantidad de estos mamíferos nocturnos pueden capturarse con las manos, deslumbrándolos con una lámpara, o bien rodeándolos entre varias personas, y en estos casos es conveniente usar guantes para prevenir mordeduras. Los animales capturados de esta forma pueden meterse en un saco de manta para seguridad de las personas y el manejo posterior de los especímenes, o bien meterlos en una jaula segura (Romero- Almaraz et al 2007).

Guantes de carnaza. Son implementos importantes para la sujeción. El material de estos puede variar desde un algodón fino para sujetar, hasta de cuero duro necesario para manipular ejemplares adultos. Los guantes de cuero para soldadores son adecuados para usos generales, sin embargo, se debe tener cuidado en el uso de guantes gruesos y pesados ya que disminuye la sensibilidad táctil, por lo cual impiden determinar cuan fuerte esta sujetado al animal, a la vez que sentir la respuesta del mismo, es necesario tener en cuenta, por una parte, la fuerza aplicada debe ser apropiada al tamaño del individuo y por otro lado, una presión más fuerte puede provocar al animal sofocación, fractura de una costilla o del algún miembro (Romero- Almaraz et at 2007).

Redes. Son implementos más efectivitos y adecuados para la captura y sujeción de animales silvestres. Las redes sin muy efectivas si se utilizan del tamaño y díselos adecuado, de tal manera que sean profundas, de materiales resistentes y con agujeros que impidan al animal forzar su cabeza a través de ellos, ya que podría asfixiarse. Es importante tener en cuenta que algunos animales pueden mastícala y crear perforaciones que les permita escapar. Ningún tipo de red debe ser utilizada para manipulaciones o traslados de larga duración (Bautista. 2011).

Bolsas de tela, lonas o mantas. La sujeción de pequeños mamíferos puede ser llevada a cabo mediante el empleo de bolsas de tela. Algunos animales pueden sujetarse con toallas gruesas si se trata de manipulaciones de corta duración. La metodología es básicamente cubrir con la lona o manta del animal, inmovilizar, buscar un lugar adecuado para sujetar (casi siempre el cuello o la cabeza por detrás) y asegurar con la otra mano o con ayuda de otra persona (Bautista. 2011).

Trampas Tomahawk. Son rectangulares, de reja de alambre y pueden ser plegadizas. su sistema es parecido al de las trampas Sherman y se utilizan generalmente para capturar a diversos mamíferos entre ellos los tlacuaches de tamaño menor a 1 o 2 kg. Se utilizan con cebos de olores fuertes como sardina, atún o tocino, o bien una mezcla de estos (Romero- Almaraz et at 2007).

Trampas para animales vivos. Las trampas para animales hacen que sea más atractivo el alimento, con esto los organismos se acercan con mayor facilidad la desventaja que tiene es que puede a llegar a ser costoso este método (Romero- Almaraz et at 2007).

Sistema de marcaje

Uno de los puntos necesarios para cumplir y garantizar la unidad de manejo ambiental y su aprovechamiento, es implementar un sistema de certificación y marcaje que será implementado en la UMA, para evaluación y comprobación de los ejemplares sujetos a exhibición y

aprovechamiento comercial que fue producto de la reproducción en cautiverio de los ejemplares considerados por la SEMARNAT. Sin este, los organismos no podrán ser comercializados, además que ayuda a mantener un control de cada uno de los organismos que se reproduzcan o se pierdan, por muerte, donación, intercambio y comercialización (Villarreal et al., 2008).

El marcaje de los organismos es indispensable si se quiere llevar un registro en que figure el lugar y fecha de captura de cada uno, además de ser indispensable para los ensayos de crecimiento que deben realizarse cuando es necesario seguir de cerca el desarrollo de cada animal. Debido a la falta de información respecto a métodos de marcaje de *Didelphis virginiana* se proponen los siguientes métodos de marcaje (Bautista. 2011).

Arete: Método físico que no involucra la mutilación, se colocan en las orejas aretes de metal o plástico. En ellos se graban o insertan letras, números o una combinación de ambos para facilitar la identificación.

Tatuajes: método en el cual los animales se identifican mediante códigos o números tatuados en la cola puede ser realizado con plumón indeleble o mediante el uso de un aparato especializado en grabar el numero con láser de forma permanente, este método puede requerir anestesia o una buena técnica de sujeción del animal para inmovilizarlo.

Marcaje subcutáneo: Consiste en la implementación subcutánea de dispositivos de tipo chip, cuyos códigos individuales han de ser identificados con ayuda de lectores de proximidad. En estos dispositivos se colocan en distintas regiones del cuerpo del animal, generalmente con ayuda de una intervención quirúrgica.

Morfometría

Con el objetivo de llevar un control y seguimiento individual o de la población de ejemplares, se llevará a cabo la toma de datos biométricos por tiempo determinado, desde la etapa cría hasta la edad adulta. Se utilizarán las siguientes siglas para la toma de datos biométricos.

L.T. Longitud total

L.C. Longitud cola

L. P. Longitud patas.

L. O. Longitud orejas

P. peso del organismo

Diseño de la UMA

Para la instalación de cualquier sistema de crianza en cautiverio y con el objetivo de participación comunitaria, es conveniente elaborar un diseño de bajo costo seguro y debidamente acondicionado con todos los elementos necesarios para el funcionamiento de la unidad de manejo ambiental (Villareal, 2008)

Para este proyecto se realizarán diversos encierros o áreas para una distribución adecuada de los organismos, tantas zonas donde no tengan contacto con los visitantes y áreas donde podrán ser exhibidos.

El área de la UMA será rodeada por malla ciclónica ya que es un producto muy versátil para la delimitación perimetral, principalmente fabricado de alambre galvanizado, este producto es de gran durabilidad en el ambiente, la cual tendrá una altura de 3 metros a todo el alrededor (Figura 15 y 16). El encierro contará con aproximadamente 2 entradas principales. La entrada A estará del lado del río que lleva hacia el parque de arcos del sitio y la entrada B que lleva hacia el bosque y mina cascabel y estacionamiento donde se tendrá el transporte tanto el requerido para operaciones de la UMA, como para el público en general. Se establecerá un puente cerca de la entrada A (Figura 16) ya que en esta entrada contamos con un pequeño río, así servirá para el paso de las personas y del transporte esto sin afectar el flujo del agua. Aunque el encierro cuenta con pasto, en algunas zonas se colocará gravilla para más facilidad de paso de las personas.

Para comenzar el proyecto se tiene pensado al inicio contar con al menos 12 áreas distribuidas de la siguiente manera:

La zona de reproducción, juveniles y de crías estarán cerca y alejadas del público para que no interfieran en los cuidados de estos organismos, solo el personal autorizado tendrá acceso a estas áreas. La zona de cuarentena será de las más aisladas de los demás encierros, esto para evitar posibles fugas de algún tipo de patógeno y contagios a los organismos sanos o del público visitante de la UMA. La zona de adultos estará distribuida en 2 áreas una con acceso al público y la otra para organismos que serán ocupados para la reintroducción al ecosistema, esta última de igual forma deberá tener cuidado especial para evitar que estos organismos creen una dependencia extrema al hombre.

Para la parte administrativa que cubre el área de las oficinas, cocina, almacén y baños estarán Cerca de la entrada B (Figura 16), esto para evitar el contacto con el público y que la mayor parte de la UMA sea aprovechada en reforestación y área para la zona de ejemplares, también se contará con una zona de comederos tanto para los empleados como para el público, la zona de desechos y compostaje se establecerá en un área aleja tanto de los organismos como del público para evitar que estos desechos puedan ser causantes de algún accidente. Se colocarán basureros en áreas estratégicas para evitar que estas sean desechadas en cualquier lugar y que algún organismo pueda agarrarlos.

Se planeará una estrategia en los WC, implementando la colocación de baños secos para un mejor manejo de estos residuos y evitar que los desechos lleguen al río.

Se colocará un área de insumos o souvenirs, en donde nuestros visitantes puedan llevarse algún tipo de recuerdo y así aportar otro valor económico a la UMA, esta estará colocada cerca del entra A, para que sea fácil de visualizar.

Por ultimo la zona de cuarentena y morgue deberá estar aislada de todas las demás. Esto para evitar el contacto con los organismos sanos o por los visitantes y así evitar fugas de posibles agentes que perjudiquen a la UMA.

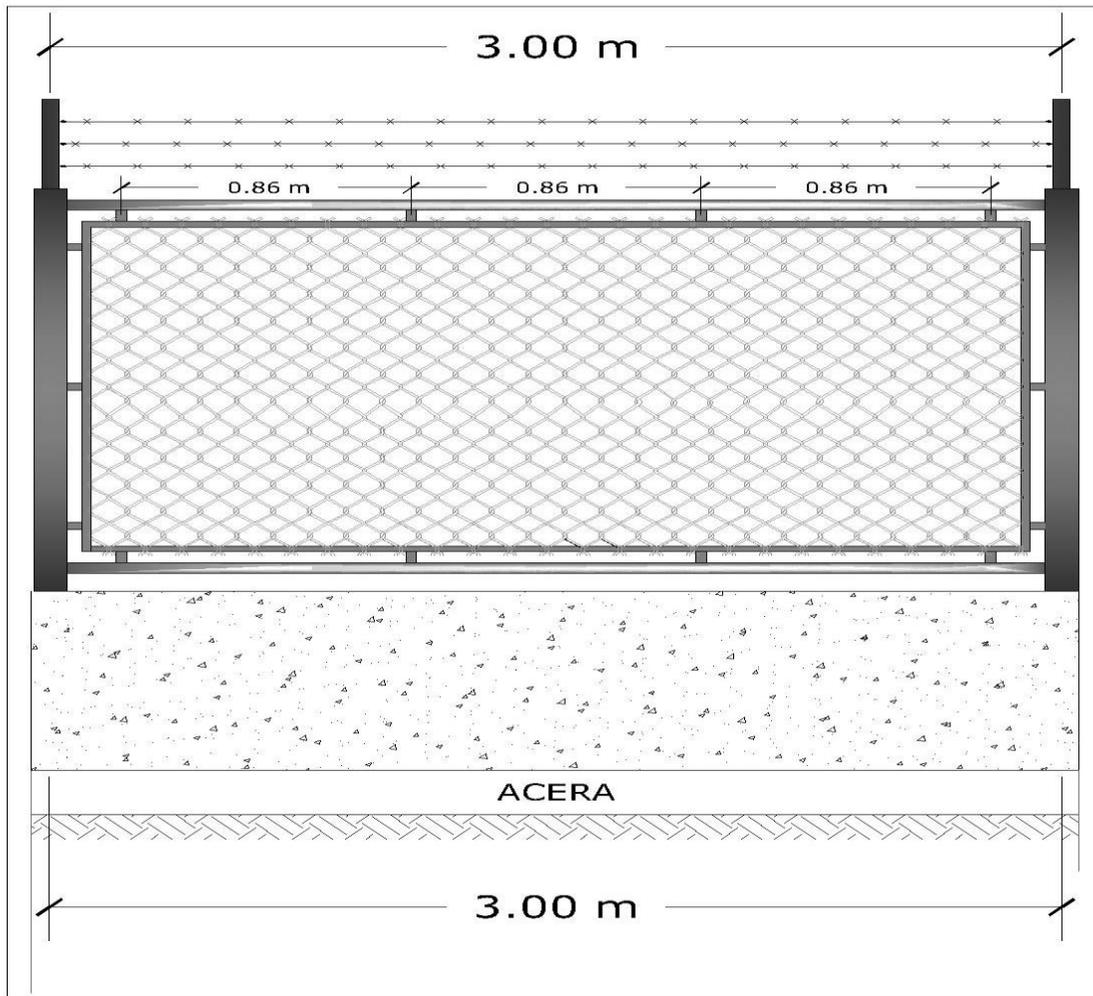


Figura 14. Diseño de encierro de la UMA.

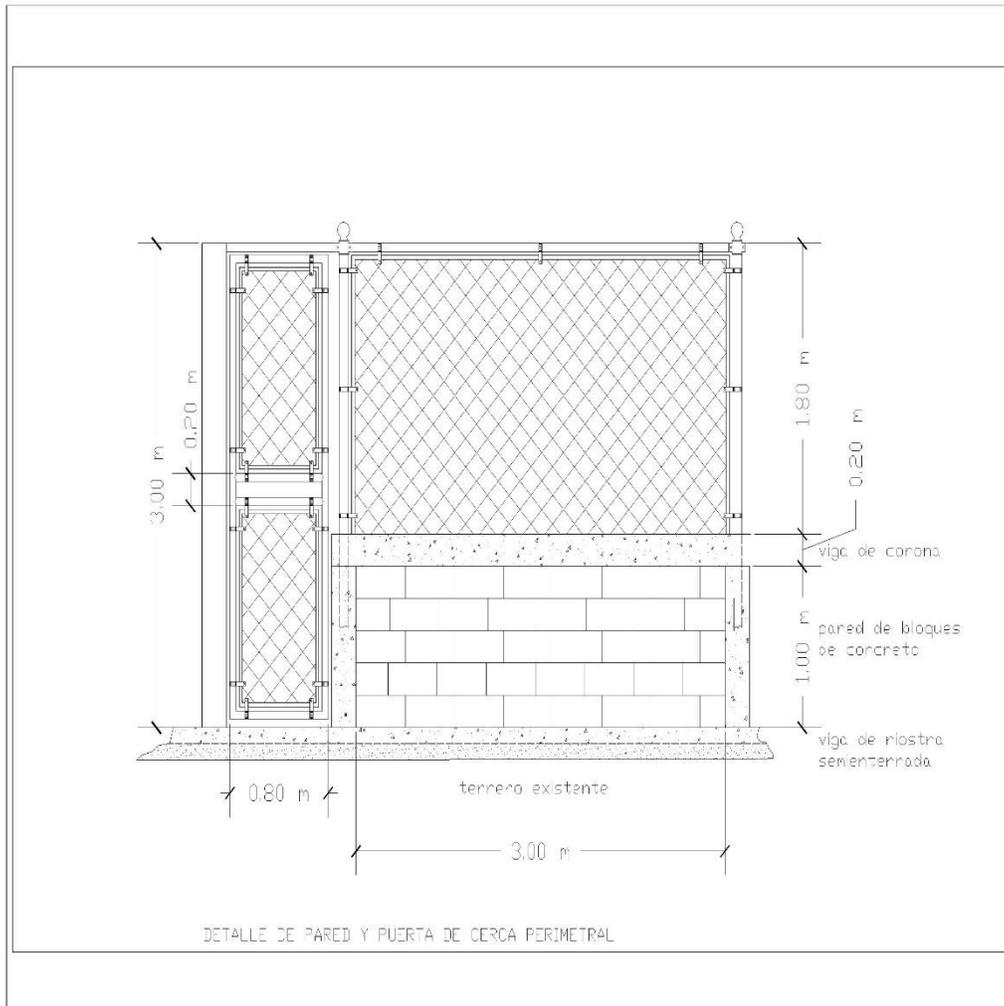


Figura 15. Medidas aproximadas de las áreas de la UMA

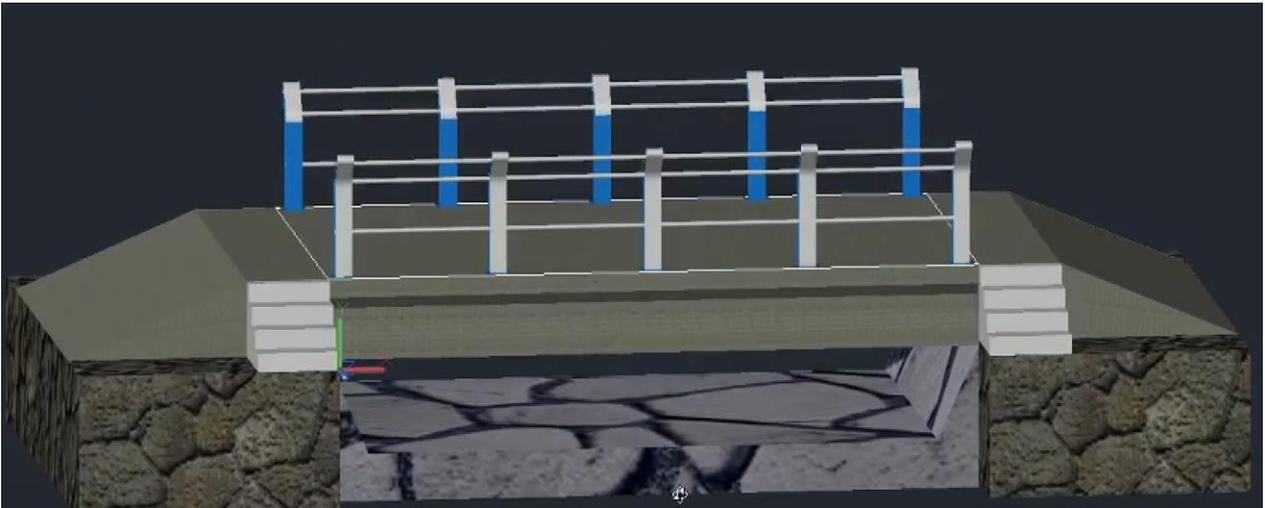


Figura 16. Diseño de puente

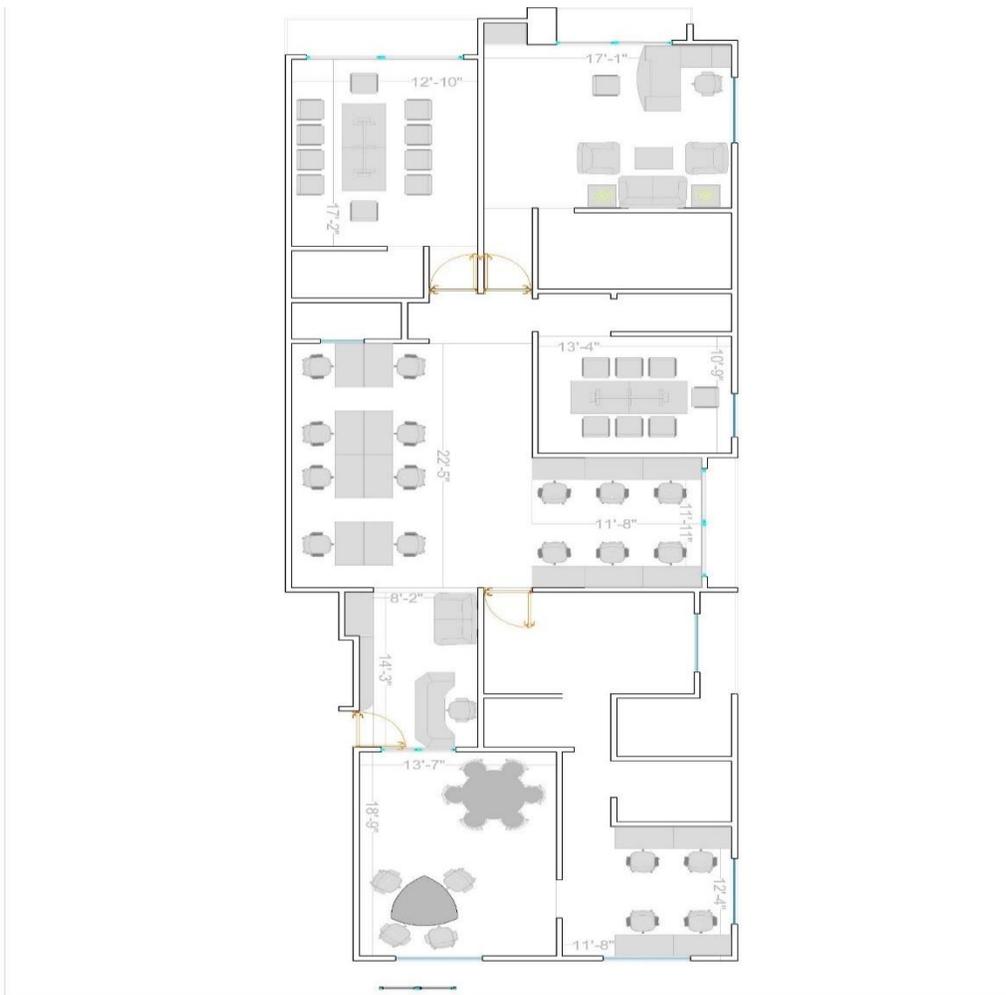


Figura 17. Diseño de las oficinas principales de la UMA. Cocina, baños, etc..

Plan de reforestación

Con la reforestación se busca obtener los beneficios ambientales para la zona, como diversidad ecológica, refugio, fuente de alimento y estética, para que la reforestación se logre se deberá realizar un estudio sobre la vegetación potencial del sitio y definir las especies potenciales, estableciendo las herramientas a utilizar, preparación del suelo, mantenimiento y parámetros con los cuales se evaluará el éxito de la plantación (SEMARNAT, 2009).

Actualmente en la zona se han encontrado plantas con gran potencial como: durazno, pera, manzana, ciruela, zarzamora, nopal y maguey, palo dulce, Acahual, Dalia roja, Artemisa mexicana, Gordolobo, manrubio, toloache, toronjil, Capulín (Municipio de Tepetzotlán, 2007).

Indicadores de éxito y metas.

El proyecto busca, por un lado, la protección de la diversidad y ecosistema de *Didelphis virginiana*, en el área de estudio y por otro lado involucrar a las comunidades para realizar actividades productivas sustentables que generen algún ingreso y que mantengan el interés de vigilar, proteger y educar tanto a las comunidades del, con la finalidad de este proyecto en proteger restaurar y conservar las poblaciones de tlacuaches dentro de un esquema de UMA (SEMARNAT, 2011).

Así mismo se plantean los siguientes puntos con sus metas y sus indicadores de éxito.

Metas

Corto plazo

- Realizar el manejo del hábitat y poblaciones del tlacuache que permitan la continuidad o establecimiento de poblaciones saludables.
- Identificar y delimitar áreas de importancia para la alimentación, descanso y reproducción, relevantes para el establecimiento y desarrollo de poblaciones de la especie de interés.
- Realizar el seguimiento de las poblaciones del tlacuache para determinar su viabilidad.

Mediano plazo

- Mantener las poblaciones de tlacuache, viables y genéticamente saludables en la UMA para permitir la continuidad de sus ciclos biológicos y su aprovechamiento.
- Fomentar la restauración de la superficie del hábitat natural de las poblaciones del tlacuache.

- Obtener incentivos económicos en la UMA para fomentar y promover la conservación de los ejemplares, poblaciones, hábitats y ecosistemas
- Participar en proyectos de repoblación de la especie.

Largo plazo

- Lograr la conservación del hábitat natural del tlacuache en México y favorecer la continuidad de los ciclos biológicos de las especies asociadas.
- Lograr la conservación de las poblaciones del tlacuache a través de su mantenimiento, manejo y aprovechamiento sustentable.
- generar alternativas productivas, fuentes de empleo y servicios ambientales.

Indicadores de éxito

Para los indicadores de éxito de la UMA, se tomará en cuenta 3 aspectos importantes para medir su éxito los cuales son: ecológicos, económicos y sociales (Tabla 10, 11 y 12).

Tabla 10. Metas e indicadores de éxito ecológico.

Ecológicos	Metas	Indicadores de éxito
Corto plazo	Reducir los factores que limiten la sobrevivencia de las crías	Lograr una sobrevivencia de al menos un 80% de las crías
	Reducir la mortalidad en la colonia	Reducir en un 80% todos los factores que causen la mortalidad de la colonia
	Incrementar la colonia reproductiva	Aumento de la colonia reproductiva entre un 25-30% de la colonia
	Lograr la permanencia de otras especies de flora y fauna silvestre de la UMA	Aumento de las poblaciones silvestres que no afecten al tlacuache en al menos un 25%
Mediano plazo	Reducir al máximo los factores que limitan la sobrevivencia de las crías	Lograr la sobrevivencia del 90% de las crías

	Reducir al máximo el índice de mortalidad de los organismos	Eliminar en un 90% de los factores causantes de la mortalidad de la colonia
	Incrementar la colonia reproductiva	Aumento en un 40% de la reproducción de la colonia
	Contar con ejemplares para programas de recuperación de <i>Didelphis virginiana</i>	Contar con al menos un 2% de ejemplares destinados para programas de recuperación
	Lograr la permanencia de otras especies de flora y fauna silvestre de la UMA	Aumento de las poblaciones silvestres que no afecten al tlacuache en al menos un 50%
Largo plazo	Disponer de ejemplares para programas de recuperación de <i>Didelphis virginiana</i>	Contar con al menos un 4% de ejemplares que sean destinados a programas de recuperación
	Lograr la permanencia de otras especies de flora y fauna silvestre de la UMA	Aumento de las poblaciones silvestres que no afecten al tlacuache en al menos un 25%

Tabla 11. Metas e indicadores de éxito económicos

Económicos	Metas	Indicadores de éxito
Corto plazo	Posicionamiento en el mercado	Posicionamiento de al menos un 25% de ejemplares e insumos producidos
	Incremento en el número de empleos	Incrementar un 10% los empleos directos
Mediano plazo	Decremento en gastos de inversión y mantenimiento	Reducción de gastos de mantenimiento e inversión hasta un 50%

	Posicionamiento de la producción en el mercado	Posicionamiento de al menos un 50% de ejemplares e insumos producidos
	Incremento en el porcentaje de ingresos de la UMA	Aumento de al menos 50% con respecto a las percepciones iniciales
Largo plazo	Decremento en gastos de inversión y mantenimiento	Reducción de gastos de mantenimiento e inversión de un 70-80%
	Posicionamiento de la producción en el mercado	Posicionamiento de al menos un 80% de ejemplares e insumos producidos
	Incremento en el porcentaje de ingresos de la UMA	Aumento en al menos un 70% con respecto a las percepciones iniciales

Tabla 12. Metas e indicadores de éxito sociales

Sociales	Metas	Indicadores de éxito
Corto plazo	Mejoramiento en la calidad de los servicios prestados a usuarios y clientes	Dar platicas, visitas guiadas, asesorías, servicio social, tesisas, proyectos de investigación científica
	Involucrar a las comunidades de la zona	Organización de eventos culturales, y participación de algún tipo de etnia
	Brindar educación ambiental al público en general y escuelas	Organización de pláticas y excursiones en el año
	Intercambio de información y experiencia con otras UMA'S	Intercambio de experiencia con al menos 2 UMA's

Mediano plazo	Mejoramiento en la calidad de los servicios prestados a usuarios y clientes	Dar platicas, visitas guiadas, asesorías, servicio social, tesistas, proyectos de
	Brindar educación ambiental al público, escuelas u otras organizaciones	Organización de platicas y excursiones en el año
	Involucrar a las comunidades de la zona	Organización de eventos culturales, y participación de algún tipo de etnia
	Intercambio de información y experiencia con otras UMA'S	Intercambio de experiencia con al menos otra UMA
Largo plazo	Mejoramiento en la calidad de los servicios prestados a usuarios y clientes	Dar platicas, visitas guiadas, asesorías, servicio social, tesistas, proyectos de investigación científica
	Brindar educación ambiental al público, escuelas u otras organizaciones	Organización de platicas y excursiones en el año
	Involucrar a las comunidades de la zona	Organización de eventos culturales, y participación de algún tipo de etnia
	Intercambio de información y experiencia con otras UMA'S	Intercambio de experiencia con al menos 3 UMA's

Medidas de seguridad y contingencia

Las medidas de seguridad y contingencia son aquellas actividades que nos permiten prevenir y controlar imprevistos dentro de la UMA, además de mantener su correcto manejo y funcionamiento. Según los estatutos de la SEMARNAT, 2009, cada UMA deberá contar con un plan de seguridad y contingencia para su correcto funcionamiento de esta.

Las medidas de seguridad a considerar serán:

- Informar a los habitantes de las zonas aledañas que viven en zonas de distribución del tlacuache.

- Señalizar la UMA. Cuantas como y donde
 - Detectar y señalar zonas de riesgo para los visitantes.
 - Colocar carteles informativos acerca de la biología e importancia de la especie en interés.
 - Determinar los puntos de reunión en caso de alguna evacuación.
 - Restringir y controlar las actividades dentro de la UMA, con el fin de evitar manejos inadecuados y accidentes
 - Tener los directorios actualizados al alcance de todos, de instituciones o especialistas que pudieran colaborar si se presentan eventualidades o accidentes, (Dependencias gubernamentales o de servicio público)
 - Monitoreo periódico y control de plagas y enfermedades.
- Normas para empleados y visitantes

Para desarrollar el programa de prevención y control de contingencia se debe tomar como objetivo proteger y conservar los ecosistemas y las especies para mantener la continuidad de los procesos naturales.

Los puntos para considerar son:

- Diseñar e implementar una red de estaciones para la alimentación y suministro de agua para mitigar los efectos de una sequía, en caso necesario.
- Contar con la atención especializada de un médico veterinario zootecnista
- Desarrollo de programas de vigilancia para garantizar la seguridad dentro de la UMA
- Prevención de incendios
- Personal capacitado sobre las medidas y acciones en caso de desastres naturales (incendios, inundaciones, temblores, heladas, etc.); así como medidas de restauración, protección y manejo de ejemplares en caso necesario
- Establecer medidas de manejo de los residuos biológicos infecciosos
- Tener los directorios actualizados al alcance de todos, de instituciones o especialistas que pudieran colaborar si se presentan eventualidades o accidentes, (Dependencias gubernamentales o de servicio público).
- Capacitar al personal para prevenir e intervenir en caso de caza, así como informar a las autoridades correspondientes

Posibles riesgos.

De acuerdo con los estudios realizados por el Municipio de Tepetzotlán, 2007 y de Flores, 2009. La zona de Tepetzotlán y de Arcos del sitio, existen ciertas presiones que afectan de manera directa e indirecta la estabilidad ecológica y ambiental del sitio. Se puntualiza de la siguiente manera estos riesgos:

Riesgos geológicos

Los riesgos tipificados como de origen geológico incluyen los siguientes fenómenos destructivos: Sismos, Vulcanismo, deslizamiento y colapso de suelos, hundimientos y agrietamiento, pero algunas consecuencias de todos estos es la sismicidad y el vulcanismo ya que adquieren en el país particular importancia, ya que su área de influencia abarca casi la totalidad del territorio nacional.

El municipio de Tepetzotlán forma parte de la zona media baja de sismicidad del país; los sismos de mayor magnitud han sido en 1912 el temblor de la “falla de Acambay” el sismo del 19 de septiembre de 1985 y el y el último de gran impacto en el 19 de septiembre del 2017.

Existe también el riesgo de que ocurran desprendimientos de grandes volúmenes de tierra y rocas, el problema está vinculado con las condiciones topográficas, geológicas e hidrometeorológicas que imperan en el municipio. Los desprendimientos, caída o repartición de grandes volúmenes de tierra y rocas representan un fenómeno de la naturaleza que se presenta al paso del tiempo, cuando las condiciones geológicas originales experimentan alteración progresiva, debido a que las formaciones escarpadas del relieve de la superficie de la corteza terrestre se encuentran sujetas a los efectos de las condiciones hidrometeorológicas y de la actividad humana ubicándose estos en la parte sur de la sierra de Tepetzotlán.

Riesgos Químicos

Los riesgos químicos son determinadas por las propiedades físicas y químicas de las sustancias, además de la forma en que se procesan, almacena y manejan dentro del municipio en el cual presentan los siguientes tipos:

Incendios: El riesgo por incendio se ubica principalmente en el parque estatal de la sierra de Tepetzotlán y las laderas de los cerros rumbo a Arcos del Sitio, al igual que por el tiradero municipal

Industria: Las actividades productivas que día a día se desarrollan, requieren de manejo de una inmensa cantidad de materias primas, combustibles, residuos, productos elaborados y otros insumos, generándose así el riesgo de posibles derrames, fugas tóxicas, incendios y explosiones

Riesgos Hidrometeorológicos

El principal riesgo de este tipo son las inundaciones que se presentan en algunos sitios durante la temporada de lluvias y se debe principalmente a la infraestructura inadecuada y al desazolvé de los canales y del río hondo provocando que en el tiempo de lluvias se desborden e inunden con aguas negras algunas áreas al sur del municipio de Tepetzotlán.

Riesgos Socio organizativos

Las concentraciones masivas son aquellas reuniones que se llevan a cabo para realizar actividades diversas tales como: eventos políticos, religiosos, culturales, deportivos y recreativos, que por su naturaleza lleguen a superar las disposiciones del evento y la capacidad física de los lugares seleccionados para las concentraciones. Los efectos destructivos de este fenómeno pueden ser lesiones incapacidad, muerte de las personas, daños y/o destrucción de bienes materiales y situaciones de pánico. En Tepetzotlán uno de los inmuebles o predios más vulnerables de sufrir severos daños ante la presencia de aglomeraciones de gente es Arcos del sitio debido a sus eventos y la carga de gente que presenta cada semana.

Registro e informes

Para registrar la UMA ante la SEMARNAT, se deberá tener en cuenta al responsable técnico y el registro del plan de manejo de la UMA en el tipo de modalidad deseada, en este caso será de una modalidad mixta.

La SEMARNAT pedirá un informe anual de actividades en conformidad con el artículo 50 del reglamento de LGVS, en el formato correspondiente que emita la secretaria. Se presenta un informe de contingencias o emergencias en dado caso si alguna de estas se presentó.

Se solicitará autorización para la liberación de ejemplares, para su libre dispersión en el territorio nacional con fines de repoblación, reintroducción o translocación, o como parte de medidas de reubicación de ejemplares, sea a partir de predios privados o públicos.

Manipulación de ejemplares

La manipulación de ejemplares deberá ser llevada a cabo por el personal especializado, esto debido a que los organismos podrían presentar un proceso de tensión, la captura será llevada a través de trampas o captura manual. La captura puede presentar algún riesgo de lesión para el organismo, para ello es necesario la implementación de técnicas de captura anteriormente explicadas, en el lugar de captura los especialistas deberán tener el uniforme adecuado y herramientas para su obtención, en la mayoría de los casos se utilizan guantes, esto para evitar que los ejemplares puedan tener una reacción y puedan lastimar al **capturador**, o también para evitar lastimarlos, una vez obtenidos serán transportados por cajas o transportadoras veterinarias, esto para evitar lesionar y/o alterarlos. En el caso de los tlacuaches no es necesario utilizar algún químico para tranquilizarlos, esta especie no se caracteriza por ser agresiva, son muy miedosos y normalmente en los momentos cuando se sienten amenazadas se hacen los muertos haciendo así su captura más fácil.

Cronograma de actividades

Tabla 13. Cronograma de actividades de la UMA

Actividades	Primer trimestre	Segundo trimestre	Tercer trimestre	Cuarto trimestre
Tramites de la UMA	X			
Planeación y construcción	X			
Mapeo de la Zona	X			
Reclutamiento de personal	X			
Compra de material	X			
Mantenimiento	X	X	X	X
Ubicación y señalización de la UMA	x	x		

Vigilancia	x	x	x	x
Obtención de ejemplares	x	x		
Reclutamiento de personal técnico veterinario	x			
capacitación del personal	x	x	x	x
Reproducción	x		x	
Alimentación	x	x	x	x
Revisión veterinaria	x	x	x	x
liberación primeros excedentes		Apartir del segundo año		
Actividades productivas	x	x	x	x
Control de especies ferales	x	x	x	x
Monitoreo de especies silvestres	x	x	x	x
Monitoreo del hábitat	x	x	x	x
Reforestación del área	x	x	x	x
Revisión y actualización del plan de manejo		A PARTIR DEL SEGUNDO AÑO DE LA IMPLEMENTACION		

Informe de actividades de la UMA		ANUAL			
Informe de actividades (contingencias o emergencias)		Solo si se presentaron			
Organización de un plan de educación ambiental	x	x	x	x	
Eventos culturales		x	x		

Presupuesto de la UMA

Se considerará el siguiente presupuesto al inicio de la UMA para su implementación:

Tabla 14. Presupuesto inicial de la UMA

Concepto	Unidad	Precio por unidad	Cantidad	Personal	Total, aproximado
Malla ciclónica	Metro cuadrado	\$40-120	500m ²		\$30000 - \$60000
Millar concreto	Pieza	\$5.80	2 millares		\$10000
Cemento	Bulto	\$180	10 bultos		\$1800
Mano de obra	8 horas	270 x día	3 meses	2-4 personas	\$8370 mensuales
Vigilancia	24x24 horas	370x día	Mensual	2 personas	\$11490 mensuales

Médico veterinario	8 horas	487 x día	Quincenal	2 personas	15000 mensuales
Personal administrativo	8 horas	387 x día	Quincenal	1	\$12000 mensuales

Tabla 14. Presupuesto inicial de la UMA

Discusión

La implementación de las unidades de manejo ambiental de la vida silvestre atrae infinidad de retos para los que emplean estas estrategias de conservación y producción, se permite el aprovechamiento de ejemplares productos y subproductos que esas nos puedan generar, dependiendo de la especie en intereses con la que se va a trabajar, principalmente son especies nativas de una localidad que ante la NOM-059-SEMARNAT están en alguna categoría de amenaza, principalmente la UMA surge como un instrumento para la restauración de las especies en peligro de extinción para poder recuperar a la especie para y poder liberar a la especie en su hábitat natural siendo este el principal reto de estas, ya que al tratar de reestablecer las poblaciones a su entorno natural se enfrentan a varios factores que bloquean su restauración como las actividades humanas que estas ejercen en el hábitat .

Pero no solo las especies que se encuentren en peligro de extinción pueden ser utilizadas en unidades de manejo ambiental, en este caso *Didelphis virginiana* se utilizó como especie de interés, dirigido hacia la producción con fines comerciales y restauración de la población en el área y así poder generar ingresos a la comunidad debido al potencial que tiene la especie no solo como un animal de compañía si no como un atractivo visual y en algunos casos hasta gastronómico y cultural, tal cual se ha implementado en otras áreas o incluso otros países, que utilizando instrumentos similares y de alguna variante de los didelphidimorfa implementaron estrategias de aprovechamiento y mantenimiento de la especie como *Didelphis marsupialis* en Colombia (Barrera, 2019).

La propagación de esta especie en el centro ecoturístico y de educación ambiental Arcos del Sitio, podrá ser referente de nuevos conocimientos de la especie, siendo así un campo poco explorado tanto en su etología como en la medicina, como describe Flores, 2009, la zona es propicia a desarrollar nuevas estrategias de conservación y aprovechamiento de su flora y fauna, una especie como esta da pie a la adecuación de centros de investigación y así propiciar a la zona notoriedad.

En el plan de manejo el principal reto es establecer las estrategias de mercado que puedan generar la rentabilidad de la especie, siendo una especie conocida por la población, pero poco valorada, para la cual se tendrá en cuenta el plan de educación ambiental, en el estudio realizado por Krause, 2006, uno de los principales usos de la especie es la obtención de pieles para el comercio, aunque al pasar de los años este producto ha disminuido su valor monetario, por eso el dar a conocer los beneficios que la especie presenta en ámbito doméstico o alimentario es fundamental para el éxito de la UMA, entre otros productos que esta pueda generar. Al ser una especie que tienen 2 ciclos reproductivos a lo largo del año, se esperaría que los primeros ingresos se generen en el segundo año en venta, en exhibición al ser un atractivo visual donde la participación de la gente que visite el lugar será esencial ya que estos podrán participar en ciertas actividades, esto sin afectar a los organismos y así poder involucrarlos más con la especie, se esperarían ingresos al final del primer año.

En tanto a los cuidados que la especie debe presentar según Arcangeli, (2014) la dieta debe ser variada, recomienda dar alimentos acordes a la edad, principalmente en crías dietas blandas hasta los primeros 70 días de vida tales como leche deslactosada o papillas, una vez presentando dientes ya podrán consumir frutas enteras y proteínas duras esto es posterior a los 70 días, el suministro de líquidos recalca que sea por goteo o jeringas ya que estas se pueden broncoaspirar, generando afecciones respiratorias e inclusive la muerte.

La atención veterinaria varía de lo que la especie puede presentar, al no contar con estudios suficientes para las enfermedades que esta especie puede presentar, se tomara en cuenta el estudio de TroCCAP, 2019, donde mencionan los tratamientos para control de endoparásitos de felinos, estos endoparásitos son similares a los que los tlacuaches pueden presentar en dado caso de algún contagio. En tanto a ectoparásitos según Arcangeli (2014), para la eliminación de pulgas aconseja bañar al organismo con agua tibia y jabón y polvear con Propoxur 1% y después enjuagar, esto para evitar que la zarigüeya se pueda intoxicar.

Se tiene en cuenta el realizar un plan de reforestación, por el cual nos basamos en las especies nativas del lugar, el estudio realizado por Jiménez. 2012, describe alrededor de 997_{ssp} por lo que es notable la importancia de desarrollar este programa de conservación, ya que algunas de estas especies no son fáciles de encontrar en el área y otras pueden servir para un uso comercial, estas pueden generar aprovechamiento maderable como los encinos (*Quercus rugosa*, *Quercus Mexicana*, *Quercus rugosa*, *Quercus frutex*) y no maderables como (durazno, pera, manzana,

ciruela, zarzamora, nopal, maguey, Tejocote), que bien estas plantas pueden ser comercializadas por sus frutos o semillas también servirán para alimento de las zarigüeyas, es necesario saber que para la reforestación de la zona puede llevar tiempo ya que estas plantas no son de crecimiento rápido y para la obtención de algún tipo de ganancia se presentara cuando están ya puedan tener excedentes del producto para su venta,.

El planteamiento para estrategias de educación ambiental puede variar dependiendo hacia que publico será dirigido, la elaboración de rallys, talleres, recorridos o eventos culturales, favorecerá a este objetivo, fortaleciendo los valores de conservación y mejora de la UMA, según Herrera (2011), La adquisición de una actitud consiente ante el medio ambiente depende en gran medida de las enseñanza y educación en la niñez y juventud mediante estrategias divertidas que permitan el desarrollo de un aprendizaje significativo, propiciando valores fundamentales como el respeto, cooperación y solidaridad hacia el ambiente. Por eso es importante la integración de toda persona que llegase a visitar el lugar, darles un sentido de pertenencia y adquieran una nueva visión de lo que realmente significa el cuidado del ambiente y sus recursos. Así mismo el plan de educación ambiental también brindara capacitación a las personas que quieran adquirir un organismo, por medio de cursos otorgados por la UMA, donde se explique los cuidados básicos que necesite su alimentación y manejo.

Conclusiones

El diseño del plan de manejo definió las bases para la implementación de una Unidad e Manejo Ambiental de *Didelphis virginiana* de origen mixto para el aprovechamiento e introducción de este organismo en el hábitat que pertenece proporcionando elementos técnicos para su establecimiento, operación y seguimiento del proyecto.

Se caracterizo la especie mediante bibliografía y con los estudios del área de interés, donde se muestra cuáles son los cuidados necesarios y requerimientos que el área solicita para la adecuación de esta UMA.

Las principales problemáticas del área son las actividades antropogénicas, ya que, por el uso y cambio del suelo del lugar, se ha reducido el área de distribución de la zarigüeya, como la agricultura, deforestación, contaminación que presenta la zona.

El manejo será mediante las técnicas implementadas para su captura y manipulación, así como adecuar la zona para que la especie pueda desarrollarse en un ambiente “controlado”.

Se plantea que el uso de este organismo sea mixto para un mejor aprovechamiento. Tanto en reintroducción como en su venta.

El plan de contingencia está planteado ante las principales problemáticas que presenta la zona, principalmente las ambientales y antropogénicas.

Referencias

Arcangeli, J. 2014. Manejo de crías de zarigüeya (*D. virginiana*) en cautiverio. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista electrónica de veterinaria* 09: 1695-7504.

Altamirano, A. T. A., Soriano, S.M., Torres, R.S. Anfibios y Reptiles de Tepetzotlán, Estado de México. *Revista de Zoología*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. ISSN: 0188-1884

Bautista, Z.F., Palacio, P.J. L., D, G.H. 2011. Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN 978-607-02-2127-9

Cantú – Martínez, P.C. 2014. Educación ambiental y la escuela como espacio educativo para la promoción de la sustentabilidad. *Revista electrónica EDUCARE*. Monterrey, Nuevo León. México. ISSN: 1409-4258

Cárdenas. G, K, F., Martínez, L, J, U., Sánchez, A, C., Vivas, C, V, S. 2013. Evaluación de la UMA de Cocodrilos de pantano (*Crocodylus moreletii*). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villa Hermosa Tabasco, México.

Ayuntamiento de Tepetzotlán. Plan de Desarrollo Municipal 1997-2000, Tepetzotlán, 1997.

Ceballos, G y Oliva, G. 2005. Los mamíferos silvestres de México. México: Fondo de cultura económica. México DF.

CEDES. 2015-2021. GUIA TECNICA PARA LA ELABORACION DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA). Sonora, México. Gobierno del estado de Sonora. Recuperado de https://cedes.gob.mx/images/pdf/GUIA_PMA.pdf .

Consejo Tropical para el control de los parásitos, TroCCAP. (Consultado 23 de mayo 2023), Directrices para el diagnóstico, tratamiento y control de endoparásitos felinos en los trópicos. TroCCAP.

https://www.troccap.com/2017press/wpcontent/uploads/2019/07/TroCCAP_Canine_Endo_Guidelines_Spanish-_Ver2_.pdf.

Cruz, S. B., Ruiz, M. L., Navarrete, G. D., Espinoza, M. E. E., Vázquez, D. E., Bernardo, V. L. 2014. Diversidad genética y abundancia relativa de *Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana* en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*.85: 251-261.

Delfín, A. C. A. 2011. Elaboración de un proyecto de manejo de fauna silvestre: Un acercamiento a su diseño y evaluación. En Gallina, T. S., (Coord). Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna Silvestre (pp. 315-339) Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro, Instituto de Ecología.

Flores, C.R. (2007). Diagnostico ambiental del parque ecológico "Arcos del Sitio" Tepetzotlán, Estado de México". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. México.

Gallina, S., S. Mandujano y O. A. Villarreal Espino-Barros, (eds.). 2014. Monitoreo y manejo del venado cola blanca: Conceptos y métodos. Instituto de Ecología, A. C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Xalapa, Ver. México. 220 p

Herrera-Pereira, D. 2011, Diseñar un programa de estrategias ambientales, dirigido a las docentes para promover la educación ambiental en los niños de 4 años del Centro de Educación inicial Vicente Salías. Propuesta de Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Técnico superior en Educación inicial. Instituto Universitario de Tecnología "Rodolfo Loero Arismendi" Maturín, Venezuela. 41 p.

Jiménez Cruz, Adriana. (2012). "Estudio florístico del Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán, Estado de México". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/452419>

Krause W. J., Krause W. A. (2006). The opossum: its amazing story. Columbia: University of Missouri, 73-77.

Ley General de Vida Silvestre. 2018. Aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Diario oficial de la Federación.

López, A. 2004. Programa de Manejo del Parque Estatal "Sierra de Tepetzotlán". Toluca de Lerdo, México. Gaceta del Gobierno.

Macedo, B. y Salgado, C. (2007). Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible en América Latina. Fórum de Sostenibilidad, 1, 29-37. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/211782560/file-php>

Müller, G., T. Cheuiche Pesenti, M.A. Afonso Coimbra, S. Nunes Gomes, D. Silva da Silva, M. de Moura Mendes y C. Silveira Mascarenhas. 2011. Animais silvestres como reservatorios de parasitos com potencial zoonótico no Sul do Brasil. Biomédica 31(3):209-421.

PEEM (Poder Ejecutivo del Estado de México) (2004) Programa de Manejo del Parque Estatal "Sierra de Tepotztlán". Gaceta de Gobierno 17 de febrero de 2004, Toluca, Méx.

Robles de Benito, R. 2009. Las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre y el corredor biológico Mesoamericano México. Trazos.

Romero-Almaraz, M. L., Sánchez-Hernández, C., García-Estrada, C., D. Owen, R. 2007. Mamíferos pequeños Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de ciencias.

SEMARNAT, 2007. Plan de manejo tipo de venado cola blanca en zonas templadas y tropicales de México. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección General de vida Silvestre México DF

SEMARNAT. 2009. Plan de manejo tipo para aprovechamiento en vida silvestre de carnívoros. Dirección General de Vida Silvestre. México.

SEMARNAT. 2010. Plan de manejo tipo para el Conejo Teporingo (*Romerolagus diazi*). Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y pesca. Dirección General de vida Silvestre. México DF.

SEMARNAT, 2010. Plan de manejo Tipo para aprovechamiento en la vida libre de carnívoros. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección General de Vida Silvestre, México DF.

SEMARNAT. 2011. Manual técnico para beneficiarios: Manejo de vida silvestre. Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico. México.

SEMARNAT. 2011, Plan de Manejo Tipo para aprovechamiento en la vida libre de carnívoros. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección General de Vida Silvestre. México DF.

SEMARNAT, 2011. Plan de manejo Tipo para Pecarí de Collar (*pecari tajacu*) Manejo Intensivo. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección General de Vida Silvestre. México DF.

SEMARNAT. 2012. Plan de manejo tipo para armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*) Modalidad intensivas. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección General de Vida Silvestre. México DF.

Schweigmann, J. N., Pietrokovsky, S., Bottazzi, V., Conti, O., Bujas, M.A., Wisnivesky-Colli, A. (1999). Estudio de la prevalencia de la infección por *Trypanosoma cruzi* en zarigüeyas (*Didelphis albiventris*) en Santiago del Estero, Argentina DOI: 10.1590/S1020-49891999001100001

Robledo, L. C, (2007). Diagnostico ambiental de la Mina Cascabel Sección I, del Municipio Tepetzotlán, Estado de México". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. México.

Villareal E. B. Guevara V. O. A., Franco G. J. E., Hernández H., Romero C.S y Barrera H. T. 2008. Evaluación de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre del venado cola blanca en la región Mixteca, México, en *Zootecnia tropical*, núm. 26: 395- 398.