

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCION DE POSTGRADO



PLANIFICACIONES TEÓRICAS Y EXPERIENCIAS DE TÉCNICAS DE
RESTAURACIÓN EN ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS EN ÁREAS
NATURALES PROTEGIDAS EN MADERAS DEL CARMEN Y SABINAS,
COAHUILA, MÉXICO Y DE PAISAJISMO EN ZONAS CONTAMINADAS POR
LA MINERÍA EN LA UNIÓN, MURCIA, ESPAÑA.

REPORTE DE ESTANCIA

Que presenta RENATA SÁNCHEZ VARGAS

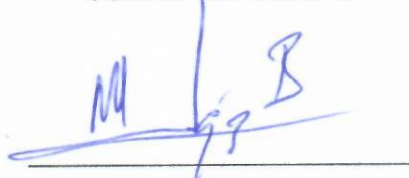
como requisito parcial para obtener el diploma como ESPECIALISTA EN
MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES DE ZONAS ÁRIDAS
Y SEMIÁRIDAS.

PLANIFICACIONES TEÓRICAS Y EXPERIENCIAS DE TÉCNICAS DE
RESTAURACIÓN EN ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS EN ÁREAS
NATURALES PROTEGIDAS EN MADERAS DEL CARMEN Y SABINAS,
COAHUILA, MÉXICO Y DE PAISAJISMO EN ZONAS CONTAMINADAS POR
LA MINERÍA EN LA UNIÓN, MURCIA, ESPAÑA.

Reporte de Estancia

Elaborado por RENATA SANCHEZ VARGAS como requisito parcial para
obtener el diploma como Especialista en Manejo Sustentable de Recursos
Naturales de Zonas Áridas y Semiáridas con la supervisión y aprobación del

Comité de Asesoría



Lorenzo Alejandro López Barbosa

Director



Rosa María Garza Quiñones

Asesor



Silvia Yudith Martínez Amador

Asesor



Antonio Flores Naveda
Subdirector de Postgrado

UAAAN

Saltillo, Coahuila

Diciembre, 2023

Agradecimientos

A Dios por todas las bendiciones recibidas en este año, todo lo que tengo y poseo a ti te lo debo.

A mi madre la señora María Inés, en especial a mi padre el señor Mario Eduardo Sánchez Olguín, gracias por todo tu amor y apoyo, porque tu existes en donde quiera, pero existes mejor en donde te quiero.

A la Dr. Rosa María Quiñones por todo su apoyo y amor recibido durante este curso gracias.

INDICE

Agradecimientos	iii
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE TABLAS	vii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	4
1. Restauración ecológica en ecosistemas	7
1.1 Problemáticas generales y opciones de restauración de las zonas áridas de México	8
2. Aplicación de conceptos y teorías a la resolución de problemas de restauración.....	12
2.1 Planificación para la restauración asociadas con el aprovechamiento de los recursos naturales.....	14
3. Planeación de proyectos de restauración de ecosistemas.....	15
4. Áreas naturales protegidas en México	17
4.1 Áreas naturales protegidas Maderas del Carmen, Coahuila, México ..	19
4.2 Área natural protegida Cuenca Don Martin, Sabinas, Coahuila.....	25
5. Los depósitos abandonados de residuos mineros Sierra Minera – La Unión, Murcia España.	28
5.1 Aplicación de técnicas de Fitomanejo para la restauración Ambiental de depósitos de Residuos mineros metalíferos en zonas semiáridas (FiAmbRes).....	29
RESULTADOS.....	35
CONCLUSIONES	49
REFERENCIAS	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de áreas naturales protegidas de México (CONANP, 2016) ...	19
Figura 2. Mapa de zonificación del área de protección de flora y fauna maderas del Carmen, Coahuila Instituto Nacional de Ecología, 1997.....	21
Figura 3. Mapa del ANP, C.A.D.R. 004 Don Martin CONANP.....	26
Figura 4. Mapa de la Sierra Minera, Murcia (García, 2004)	28
Figura 5. Preparación del terreno FiAmbRes, 2018.....	31
Figura 6. Fabricación las fajinas, las banquetas y los posaderos procede de podas realizadas en los alrededores de la parcela FiAmbRes, 2018.....	31
Figura 7. Curso de inducción a las ANP, 2023.....	35
Figura 8. Instalaciones en donde se realizan los trabajos de extracción de la cera de candelilla, 2023.....	36
Figura 9. Presentación para la introducción al curso de AVENZA, 2023....	36
Figura 10. Practica en capo después del curso de AVENZA, 2023.....	37
Figura 11. Cultivos de uva en huertos familiares en ejido Piedritas, Coahuila,2023.....	37
Figura 12. Recepción para acceso al ANP Boquillas del Carmen, 2023.....	38
Figura 13. Visita en áreas con quemas prescritas, Pilares, Maderas del Carmen, 2023.....	38
Figura 14. Muestras de muda de piel de víbora de cascabel, 2023.....	39
Figura 15. Monitoreo de aves y curso de vigilancia, 2023.....	39
Figura 16. Curso de inducción al monitoreo de murciélagos, Sabinas, 2023.....	40
Figura 17. Instalación de trampas para murciélagos, Sabinas, 2023.....	40
Figura 18. Elaboración de estufas solares en Sabinas, 2023.....	41
Figura 19. Introducción en campo al curso de restauración, 2023.....	42
Figura 20. Trabajos de restauración de candelilla, 2023.....	42
Figura 21. Trabajos de monitoreo en exclusas, 2023.....	42
Figura 22. Reunión para recibir instrucciones, 2023.....	43

Figura 23. Medir el peso de los suelos sin humedad, 2023.....	43
Figura 24. Macetas dentro de la cámara climática con muestras de suelo de diferentes sitios de la Sierra Minera, 2023.....	44
Figura 25. Peso de masetas, 2023.....	44
Figura 26. Mantenimiento de los invertebrados	45
Figura 27. Presentación de datos y resultados de las técnicas de restauración en la Sierra Minera.....	45
Figura 28. Obteniendo muestras de las plantas en este caso se trabajaban raíces y tallos de la temporada de primavera, 2023.....	46
Figura 29. Suelos tamizados, 2023.....	46
Figura 30. Midiendo plantas en la zona afectada, 2023.....	47
Figura 31. Identificando las plantas.....	47
Figura 32. Sierra Minera, 2023.....	48
Figura 33. Manantial contaminado por metales, 2023.....	48
Figura 34. Carteles expuestos en lagunas afectadas por la minería, 2023.....	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Plan de actividades ANP, Coahuila, México.....	32
Tabla 2. Plan de actividades en laboratorio y campo en Cartagena, Murcia, España.....	34

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende ilustrar la problemática actual que presentan las zonas áridas y semiáridas y algunas alternativas para restauración y de desarrollo para sus habitantes a cargo de los mismos y con ayuda de estancias federales y centros de investigación.

Se proporcionará información sobre las estancias realizadas en el mes de junio a julio, y del mes de septiembre a noviembre de 2023, haciendo un total de tres meses, de acuerdo al programa de la especialidad, con el propósito de proporcionar información para contribuir al programa de la especialidad en Manejo Sustentable en Recursos Naturales en Zonas Áridas y Semiáridas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y en beneficio a los futuros estudiantes.

Se realizaron dos estancias en diferentes países la primera estancia con una duración de un mes que comenzó en el día 26 de junio del 2023 al 28 de julio del 2023, en la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y la segunda estancia en la Universidad Politécnica de Cartagena, en la región de Murcia España, en el departamento de edafología, a la vez en el proyecto de investigación que realizan en el parque regional de Calbalque. En la primera estancia realizada en CONANP se trabajaron en dos áreas naturales protegidas ubicadas en el estado de Coahuila, en el municipio de Ocampo y Muzquiz en el ANP de Maderas del Carmen, a cargo del M.V.Z. Julio Alberto Carrera Treviño, en coordinación con el subdirector el Dr. Javier Ochoa, con quien se llevaron a cabo trabajos de muestreo, reforestación, monitoreo, entre otras actividades, como charlas de educación ambiental, y cuidado de los ecosistemas, divulgación del cuidado y manejo de los recursos naturales a la ciudadanía, así como tomar cursos para la introducción a los guarda parques, así como en el municipio de Sabinas, en el área natural protegida Cuenca de Don Martin a cargo del director Ing. José Antonio Dávila Pauli.

De acuerdo al artículo 44 de la Ley General del equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Áreas Naturales Protegidas (APP) son del territorio nacional. Los objetivos de las ANP son la conservación de los ecosistemas

permitir la adaptación de la biodiversidad y enfrentar el cambio climático (CONANP, 2023).

La segunda estancia que se llevó a cabo en la en la Sierra Minera en el antiguo distrito minero de Cartagena-la Unión ubicado en el Parque Regional de Calblanque, Peña del Águila y Monte de las Cenizas (Murcia, Sureste de España), existe un problema que ha tenido un grande impacto el cual se debe a los cientos de depósitos para residuos mineros, los cuales se encuentran en total abandono, debido a la explotación minera de galerías subterráneas y a cielo abierto, una de las actividades de mayor impacto es la deforestación, muchos de los residuos que fueron triturados para extraer los minerales (arsénico, plomo, zinc, cadmio o cobre), se llevaron a cabo por lavados de minerales , se realizaban a través de lavaciones en las que por medio de grandes balsas y productos químicos se extraían los metales de interés, en este procesos de extracción de minerales, se desechaban los residuos resultados de la explotación se abandonaban en depósitos, de los cuales se aprovechaban los valles los cuales se iban rellendo de estos mismos residuos, trayendo con ellos cientos de montañas y valles repletos de residuos con contenidos de metales pesados, los cuales afectan de manera directa al ambiente y a la ciudadanía cercana. Existen opciones para disminuir este problema, algunos de ellos son costosos o bien, debido a la ubicación de estos depósitos se encuentran en zonas de difícil acceso, por lo cual se han buscado otras alternativas económicas, la Universidad Politécnica de Cartagena, a través del Dr. José Álvarez Rogel y su equipo trabajan en un proyecto piloto.

En el siguiente informe se incluye información sobre las estancias realizadas por una movilidad estudiantil realizadas en el extranjero en la Universidad Politécnica de Cartagena, en el sur de España, en el cual se trabajó en un proyecto de investigación a cargo del Dr. José Álvarez Rogel y la Dra. María Nazaret González Alcaraz, quienes, junto a un equipo de investigadores, biólogos, botánicos y laboratoristas, los cuales comenzaron un proyecto Aplicación de técnicas de fito manejo para la restauración ambiental de depósitos de residuos mineros metalíferos en zonas semiáridas, en una zona piloto en diciembre del

2021, hasta la fecha. Consiste en transferir técnicas de fitomanejo y restauración, incluyendo enmiendas procedentes de residuos orgánicos para la restauración de depósitos de residuos mineros abandonados en ambientes semiáridos, en el cual se realizaron trabajos de enmiendas de cubiertas vegetales mediante la combinación de especies vegetales en siembra y plantación, e introducción de especies facilitadoras, así como la aplicación de compost, y posaderos para aves (Álvarez, 2017).

Se contribuyen temas vinculados con la aplicación de prácticas de las teorías para la restauración que contribuyen a la resolución de problemas que afectan directamente a poblaciones dedicadas a la explotación de cera de candelilla en el caso del estado de Maderas del Carmen, Coahuila, México, y la restauración y efectos de contaminación de suelos afectados por residuos metalíferos en la región de La Sierra Minera de La Unión, Murcia, España, en el Parque Regional de Calbalque, Peña del Águila y Monte de las Cenizas. Así como el control, erradicación de fauna introducida, cuidados y restauración de ecosistemas como humedales en el municipio de Sabinas, Coahuila, México.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Reforzar las áreas naturales protegidas y de paisajismo a través técnicas de restauración ejecutando acciones y proyectos en función de áreas específicas, definidas de acuerdo a su potencialidad de desarrollo, resultante de la característica de sus recursos naturales, del medio socioeconómico y cultural.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar opciones de conservación y manejo sustentable de la biodiversidad biológica de áreas naturales protegidas en Coahuila México y de paisajismo en Murcia, España
2. Transferir conocimiento sobre el uso, manejo y conservación de los recursos naturales, mediante la investigación y la práctica en campo en beneficio de las comunidades humanas que dependen de ellos.
3. Intercambiar experiencias y estrategias con equipos de trabajo de instituciones nacionales e internacionales.
4. Proporcionar información para contribuir al programa de la especialidad

JUSTIFICACIÓN

Desde su origen la especie humana ha dependido para su desarrollo y evolución de la transformación de los ecosistemas y de los servicios que estos ofrecen. Los ecosistemas y sus servicios constituyen un capital comparable al financiero e infraestructura de una nación, aunque no existen datos específicos del deterioro del capital natural ni su costo de la riqueza producida (CONABIO, 2008) .

México se caracteriza por su capital natural, gran parte de este representa el desarrollo del país tanto económico como social, poco es el interés de los seres humanos para mantenerlos y tener un manejo responsable de ellos, a consecuencia de las diversas actividades humanas, con ello las políticas para explotación de los recursos naturales en México han sido poco favorables para la conservación de los recursos naturales y su sustentabilidad afectando el bienestar social, el país no ha incluido criterios ambientales.

Como agrónoma y manejadora de recursos naturales, y habitante de una zona semiárida ubicada en el Valle del Mezquital del Municipio de Ixmiquilpan del estado de Hidalgo, la cual ha sido perturbada por diferentes cuestiones que van desde la minería, explotación de recursos naturales como el agua, deforestación de árboles como el *Prosopis juliflora* conocido como mezquite, así como la explotación del *Agave tequilana* para la producción de bebidas alcohólicas como el pulque regional del municipio de Ixmiquilpan, o para el uso en la gastronomía, sin tener reservas de reforestación, considero importante la difusión y capacitación de temas relevantes para la conservación y el manejo de los recursos naturales, así como mi responsabilidad el compartir las experiencias y prácticas previas desarrolladas con instituciones federales, y centros de investigación.

En este reporte se pretende aportar métodos y técnicas, sobre los procesos y el manejo de los recursos naturales principalmente en las zonas semiáridas y áridas del norte del país de México en el estado de Coahuila, en la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y en la región de Murcia, España en la Universidad Politécnica de Cartagena.

En palabras del autor Bocco "la restauración ecológica es un campo de conocimiento aún en construcción", por lo que es importante conocer la base teórica y las técnicas que aún están en desarrollo, es fundamental actualizar estos temas y compartirlos con personas que estén vinculados a la recuperación de zonas perturbadas. Debido a los problemas que enfrentamos, como enfermedades, cambios climáticos, usos irracionales y explotación sin ninguna responsabilidad de los recursos naturales, me di a la tarea de buscar instituciones que realicen trabajos de restauración. Se anhela crear una actitud de responsabilidad efectiva hacia los ecosistemas existentes no solo del país, y estas a su vez se puedan ejercer con efectos positivos y trascendencia real. El tema principal es la restauración, este surge a través de la necesidad de recuperar ecosistemas o bien parte de ellos que corren riesgo de desaparecer por las alteraciones que han sufrido a lo largo de los años, bajo un esquema que no incluye la sustentabilidad así mismo la pérdida de los servicios que los ecosistemas nos brindan debemos enfrentar con energía e inteligencia los enormes retos que se nos presentan, debemos continuar los esfuerzos de conservación y multiplicarlos diversificando el abanico de instrumentos para ello, fortaleciendo las áreas protegidas y los programas de uso sustentable fuera de ellas, si queremos conservar en el largo plazo la megadiversidad de México (CONABIO, 2008).

REVISIÓN DE LITERATURA

1. Restauración ecológica en ecosistemas

La incorporación del enfoque sistémico en la ecología, ha dado nuevas herramientas conceptuales y metodológicas al problema de entender, estudiar, conservar, utilizar y restaurar a la naturaleza. El concepto de ecosistemas, que fue tomando forma en el transcurso de la última mitad del siglo XX (Cherrett, 1989).

El hombre, desde sus orígenes hace más de tres millones de años, ha tenido la capacidad de transformar su ambiente a escala muy por encima de cualquier otro organismo del planeta. Inicialmente, con herramientas como el fuego, fue capaz de modificar más allá de su entorno inmediato. Conforme fue desarrollándose cultural y tecnológicamente, su impacto en el medio aumentó considerablemente (Maass, 2003).

Una larga historia de modificaciones frecuentemente severas de muchos tipos de ecosistemas terrestres y acuáticos ha acompañado la evolución de México hasta su estado actual con las contradicciones del crecimiento económico que implica, sabemos que en muchos casos las fuertes demandas de bienes y servicios ambientales están relacionados con un síndrome de hiperconsumo, enraizado a las tendencias de comercialización y consumismo, así pues, la conservación y restauración efectivas dependen de cuanto pueda demorar ese consumo, pues los recursos naturales y servicios que estos ofrecen son finitos y no pueden crecer al ritmo que lo hace la demanda (Bocco, 2005).

Los ecosistemas son entidades naturales con un conjunto de factores bióticos y abióticos cuyos variados componentes interactúan mediante adaptaciones locales mutuas desarrolladas a través del tiempo, en función de su propia estructura, composición y funcionamiento, tienen algún grado inherente a de resistencia a ciertos cambios originados por las perturbaciones. Se ha demostrado que las alteraciones modestas pueden ser absorbidas o restauradas de manera autónoma y eficaz por el mismo ecosistema, el cual se reorienta hacia una trayectoria similar a la inmediata anterior al disturbio a este fenómeno se le llama resiliencia (Maass, 2003).

La resistencia y resiliencia son propiedades emergentes de los ecosistemas, que no se encuentran por separado, sino que van de mano, en conjunto al ecosistema, ambas permiten un grado de estabilidad en un ecosistema, pero cuando las recurrentes alteraciones a los ecosistemas son de gran magnitud rompen esta resistencia y ocasionan que las capacidades de la resiliencia o trayectorias de recuperación de un ecosistema sean insuficientes (Maass, 2003). Estos cambios cuantitativos pueden desencadenar cambios cualitativos en los ecosistemas, que en su mayoría de veces estos resultan poco reversibles, en estos casos la intervención humana puede ser la única respuesta para recuperar la mayor cantidad de componentes originales de un ecosistema, las funciones, estructura y las funciones dañadas (Bocco, 2005).

El proceso de ocupación y uso humano de ecosistemas ha implicado progresivamente el deterioro de muchos de ellos y sus distintas causas, algunas de ellas por mencionar algunas es la afectación a la vida silvestre nativa, la remoción de cubierta vegetal original y sus acompañantes; hongos, animales, microorganismos.

De acuerdo al tipo de magnitud y alteración que sufre un ecosistema tienen estas especies a suavizar los daños ocasionados, pero en algunas ocasiones no es posible, en algunos casos se mitiga una alteración, los ecosistemas locales pueden regenerarse por sí mismos a esto se le llama trayectoria ecológica evolutiva a la que antes tenía de sufrir un disturbio, en tanto a cuando sufren un daño profundo requieren de complejos costosos de reparación a través de actividades humanas intensas y estas mismas apenas consiguen una pequeña parte de recuperación al estado nativo (Bocco, 2005).

1.1 Problemáticas generales y opciones de restauración de las zonas áridas de México

Se consideran zonas áridas, aquellas áreas que reciben una precipitación pluvial media anual menor a 350 mm, y semiáridas a las que reciben entre 350 y 600 mm anuales. En ambos casos, la precipitación promedio anual es menor a la evaporación potencial máxima anual poniendo en evidencia un déficit hídrico (Arámbula, 2005).

La vegetación tiene un papel importante en las zonas áridas ya que convierte en regulador de energía los rayos del sol que dan directamente al suelo y el flujo de agua del suelo contribuyen en la formación de biomas. Los ecosistemas áridos y semiáridos en México principalmente en la zona norte del país, El Desierto Sonorense, que cubre los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa en México y parte del suroeste de Estados Unidos, es el desierto más seco; de hecho, la precipitación media anual de Baja California es ligeramente mayor de 200 mm, la más baja de todo el país (CONAGUA, 2020). El Desierto Chihuahuense, que se extiende desde Estados Unidos y que se distribuye parcialmente en Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Hidalgo, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro, Tlaxcala y Estado de México, tiene ramificaciones en Puebla y Oaxaca, y partes aisladas en Michoacán y el norte de Yucatán. El 64% del territorio nacional es considerado zonas áridas y semiáridas, lo cual implica una baja precipitación en estas regiones. Además, en estos dos desiertos, se estima que vive el 58% de la población nacional, razón suficiente para buscar alternativas que aminoren estos impactos (CONAZA, 2022).

En las zonas áridas de México, la salinidad del suelo constituye un problema ambiental que conduce a estados críticos de degradación y desertificación, con consecuencias que repercuten negativamente sobre los ecosistemas o agroecosistemas, desde aspectos ambientales, económicas y sociales.

Actualmente, es común observar un sobre-pastoreo, una excesiva deforestación y extracción de leña, extracción de vegetación como candelilla, pastos, cactáceas entre otros. Estos aspectos no solo afectan las capacidades de estas regiones para producir, sino que contribuyen a la pérdida de biodiversidad y a su invasión por especies exóticas. En general, las zonas áridas y semiáridas cuentan con ecosistemas frágiles, altamente susceptibles a la influencia de los factores climáticos y de las actividades humanas, lo que ocasiona la pérdida de recursos naturales y la capacidad productiva de los suelos. La migración de la población hacia otras regiones en búsqueda de oportunidades de empleo es otro fenómeno

de las zonas áridas y semiáridas; en estas áreas es común observar la feminización de las actividades agropecuarias.

Las Zonas Áridas y Semiáridas de México, poseen una riqueza enorme de plantas endémicas de México, entre ellas se encuentra un sinnúmero de plantas de la familia cactácea, muchas de ellas endémicas de México y que han sido saqueadas por diferentes países. El desconocimiento de la presencia de estas especies y sobre todo su valor ecológico no han permitido que los pobladores rurales utilicen este recurso como una alternativa económica (Arámbula, 2005).

Ejemplos de plantas con potencial forestal, forrajero, medicinal e industrial, como Mezquite (*Prosopis spp.*), Ocotillo (*Fouquieria splendens*), y diferentes tipos de Yucas (*Yucca spp.*), Pastizales, el Nopal (*Opuntia spp.*), Costilla de Vaca (*Atriplex spp.*), Palo Verde (*Parkinsonia spp.*), lechuguilla (*Agave lecheguilla*); Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*), Guayule (*Parthenium argentatum*), Palma Samandoca (*Yucca carnerosana*), peyote (*Mirtilocactus geometrizans*), Chaparro Prieto (*Acacia rigidula*), Cenizo (*Atriplex canescens*), Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*), Damiana, (*Turnera difusa*), toloache (*Datura stramonium*), hojasén (*Flourensia cernua*), guayacán (*Guaiaicum sanctus*), gobernadora (*Larrea tridentata*) y orégano (*Lippia spp.*), entre otras. Las plantas con potencial ornamental se pueden considerar a todas las especies del desierto, especialmente las cactáceas (Arámbula, 2005).

No obstante, el gran potencial que los aprovechamientos de estas especies representan para los pobladores de esas regiones, su utilización ha sido escasa y su explotación no ha sido la más adecuada o sustentable si de explotación a los recursos que las zonas áridas ofrecen.

Debido a estas situaciones distintas instituciones gubernamentales, federales, y privadas han buscado opciones para desarrollar proyectos productivos, tendientes a encontrar métodos para aprovechar, conservar, proteger y fomentar el aprovechamiento inteligente de esa enorme diversidad florística que existe en el país, lo que a su vez repercute en el mejoramiento de las oportunidades y la calidad de vida de los pobladores de estas regiones.

Algunas opciones principales para la conservación de estos ecosistemas son las siguientes:

Utilización de recursos naturales (fauna): las zonas áridas y semiáridas de México no solo son refugio para una gran variedad de plantas, sino también de una gran diversidad de animales silvestres, muchos de ellos con un verdadero potencial cinegético. Algunas especies por mencionar las liebres (*Lepus spp.*), los conejos (*Sylvilagus spp.*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) por mencionar algunos. Así mismo dentro de estas áreas y hablando de las áreas naturales protegidas áridas de México se ofrecen otros servicios de aprovechamiento de la fauna pues los pobladores del municipio de maderas del Carmen, Coahuila, México, tienen un esquema de manejo de recursos naturales, pues los mismos pobladores pueden brindar sus servicios como guías a los cazadores, si esas áreas están establecidas como unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMAS), las cuales fueran registradas ante SEMARNAT y, por lo tanto, reconocidas legalmente para el aprovechamiento sustentable de las especies de fauna silvestre de interés presentes en ellas (Arámbula, 2005).

Adopción y transferencia de tecnologías en la producción de cultivos: un aspecto importante en la puesta en marcha de proyectos de esta naturaleza, es considerar esquemas de producir cultivos a través del uso de la hidroponía, el uso de invernaderos y del riego por goteo puede sustentar la producción de cultivos para los pobladores rurales durante todo el año, con alimentos de la canasta básica y que requieran menor consumo de agua, es importante la utilización de prácticas agronómicas tendientes a conservar el recurso suelo y agua más eficientemente. Para asegurar una reducción de la erosión de suelos en los sistemas de producción tradicionales, y una mejor utilización del recurso como el agua, es necesario inculcar en los productores el uso de tecnologías alternativas e innovadoras.

Programa de concientización o educación ambiental: La utilización de sistemas innovadores de recolección de cera de candelilla son una opción para asegurar la permanencia de plantas endémicas de la región, así como realimentar las técnicas con talleres, cursos, y prácticas de reforestación. La valoración de los

recursos naturales de las zonas áridas no se obtendrá en tanto los pobladores de estas zonas no se capaciten y entiendan el papel ecológico que cada planta del desierto juega dentro de su ecosistema.

La coordinación institucional: para que los programas de desarrollo rural integral tengan éxito en las zonas áridas y semiáridas de México, es necesario romper el esquema tradicional de trabajo individualizado de las instituciones. Las necesidades actuales demandan de los mexicanos una mayor competitividad y sobre todo una mayor integración de instituciones en este caso se trabajaron con diversas instituciones federales y estatales como la CONAFORT, PROFAUNA, PRONATURA, pues cada institución aportaba en ciertos puntos desde la importancia de los recursos naturales, mapas, muestreos, diagnósticos, talleres para desarrollo rural, entre otros. En la actualidad existen instituciones que coadyuvan en la mejora y desarrollo de los sistemas productivos en zonas de alta marginalidad del país, como la SADER con sus programas; la SEMARNAT, que promueve programas tendientes a la recuperación y conservación de los recursos naturales y del medio ambiente.

2. Aplicación de conceptos y teorías a la resolución de problemas de restauración

Los ecosistemas áridos y semiáridos en México se encuentran principalmente en la zona norte del país, en México no se han llevado a cabo actividades específicas de restauración de la flora y fauna, sino que se ha tratado restituir zonas degradadas o en condiciones ecológicas próximas a las que se mantenían anteriormente (Leon, 1996).

Restauración ecológica: hasta hace poco tiempo la restauración ecológica fue reconocida como una estrategia de conservación y en unos años más adelante ha ganado un reconocimiento como una disciplina. Esta misma juega un papel importante en la planeación y en los programas de instituciones y organizaciones oficiales de México y de los Estados Unidos de América como el National Park Service y algunas organizaciones no gubernamentales como la Nature Conservancy.

La restauración pertenece a un amplio grupo de términos, que se relacionan entre sí, pero enfocados en la tarea de la rehabilitación ecológica. Que incluyen la

restauración, así como la rehabilitación, reconservación, recreación y recuperación ecológica, todos a un mismo fin.

Restauración; la palabra restaurar significa devolver a su estado original, la restauración ecológica se refiere simplemente a devolver a su estado original, un sistema ecológico. Esta misma se considera de una forma distinta de manejo para la conservación, aun no existe una diferencia entre las formas de manejo como la preservación conservación y administración de los recursos, aunque el fin de todos se involucra en la intentar recompensar de alguna manera específica y efectivamente ecológica, por las alteraciones causas por las actividades humanas (Leon, 1996).

Rehabilitación; es un término amplio que puede ser usado para referirse a cualquier intento para restaurar elementos de estructura o función de un ecosistema, sin intentar necesariamente la restauración completa a la anterior de un sistema ecológico. Un ejemplo de ello es la reforestación para prevenir la erosión de los suelos.

Reconversión; este término se refiere al trabajo de rehabilitación llevado a cabo en los sitios más severamente afectados en degradación, un ejemplo de ello las tierras perturbadas por minas o a cielo abierto tal es el caso de la Sierra Minera de La Unión, Región Murcia, España. Aunque esta técnica de trabajo es similar al de restauración, pero este no llega a tener los mismos resultados que al estado original del estado natural del ecosistema, pues la reconversión es solo un paso para llevar acabo la restauración de un ecosistema.

Recreación; este término intenta la reconstrucción de un ecosistema completamente perturbado, en pocas palabras en un sitio en el cual no queda nada por salvar virtualmente, puede ser usado para otros fines como su nombre lo dice de recreación en su mayoría como sitios de paisajismo o de un sistema histórico.

Recuperación ecológica: la recuperación no es nada más que dejar que sistema ecológico se recupere por sí solo, con una expectativa de que recuperara los atributos descartables a través de la sucesión natural. Este sistema es un juego de azar pues puede que funcione o no, ya que no existe la intervención del

hombre, en algunos casos se buscan opciones para que los resultados sean positivos para reforzar y complementar los procesos naturales de los sistemas ecológicos, un ejemplo pueden ser los sitios de excusas en el municipio de Sabinas del Carmen los cuales consisten en delimitar unas ciertas áreas afectadas por deforestación en su mayoría por la tala ilegal del árbol Sabino, el cual tiene un aprovechamiento forestal para construcción de viviendas o la elaboración de muebles.

Las excusas en el municipio de Sabinas del estado de Coahuila, México, son un ejemplo; consiste en sitios rodeados por cercas de metal, que estas están sujetas por troncos de madera, estas se colocan en diferentes puntos de las áreas naturales protegidas del municipio de Sabinas, Coahuila, las cercas de metal tiene el fin de impedir el paso de las personas por estas áreas, así como del ganado. Hace alrededor de dos años que fueron colocadas y los resultados han sido positivos pues se han mostrado resultados de nuevas especies tanto de flora como de fauna nativas, así como la recuperación de espacios que habían sido perturbados.

2.1 Planificación para la restauración asociadas con el aprovechamiento de los recursos naturales

Antes de realizar un aprovechamiento de recursos de cualquier ecosistema, se considere la planificación del mismo, la cual no debe restringirse sólo al uso o extracción, sino que debe incorporar la elaboración de un programa de restauración para las áreas que serían afectadas. Esto no sólo facilitará y enriquecerá el aprovechamiento y la propia restauración, sino que, idealmente, llevaría el proceso de aprovechamiento hacia la sustentabilidad, siempre y cuando la restauración ecológica contemple la recuperación de las características originales del sistema en las áreas afectadas (Bocco, 2005).

Abordando el aprovechamiento y la restauración como dos aspectos complementarios. Destacamos que el primero resalta la importancia y las características que deben considerarse al planificar el aprovechamiento, de forma tal que al finalizarlo se facilite el desarrollo de trabajos de restauración; mientras que el segundo aborda el propio proceso de restauración.

Un ecosistema se comprende a las comunidades bióticas y el medio físico en el que se desarrollan, así como a la serie de interacciones que se dan al interior y dentro de cada uno de éstos. El balance existente en esta serie de interacciones permite la continuidad de los ecosistemas a lo largo del tiempo, sin embargo, un desequilibrio de las mismas puede traer consigo el deterioro parcial del ecosistema o incluso, provocar su degradación. Por tal motivo, al restaurar un ecosistema es conveniente considerar no sólo el componente biótico y el físico sino las relaciones que existen dentro y entre los mismos, así como el conjunto de interacciones que ocurren al interior del ecosistema, y entre éste y los ecosistemas o paisajes (Bocco, 2005).

Tomar en cuenta estos aspectos antes de comenzar un aprovechamiento y contemplar realizar la restauración al finalizar el mismo, permite que antes de afectar un sitio se consideren características relacionadas con las propiedades de los ecosistemas como la fragilidad, la resistencia y la elasticidad, vinculadas a la capacidad del ecosistema para recuperar sus propiedades originales, esto ayudará determinar la intensidad y tipo de perturbaciones que el ecosistema pueda tolerar y el tiempo que tardaría su posible recuperación (Bocco, 2005).

3. Planeación de proyectos de restauración de ecosistemas

El caso que plantea la restauración es devolver un ecosistema a un estado en el cual se hayan recuperado la mayor parte de los componentes, procesos y atributos

que lo hacen autosustentable (Bocco, 2005).

Existen proyectos de restauración de ecosistemas que presentan beneficios netos crecientes en el tiempo, como los proyectos de restauración de ecosistemas por fenómenos de degradación paulatinos y continuos (como ejemplo, suelos dañados por agricultura).

Las instancias gubernamentales han sido las principales impulsoras de la restauración ya que financiaron o promovieron la mayoría de los proyectos. Más de la mitad de los proyectos de restauración se han llevado a cabo en Áreas Naturales Protegidas (ANP) federales o estatales y específicamente en las comunidades o ejidos ubicados dentro de ellas. El agente de degradación

identificado más frecuentemente en esos predios fue la ganadería extensiva. Los tipos de vegetación más costosos para restaurar fueron la Selva seca, que tuvo el mayor monto de inversión por hectárea por año, y los Humedales, que registraron la mayor inversión total; además, la mayor inversión se realizó en terrenos ejidales o comunales (Toribio, 2018)

Las instituciones de gobierno destacaron como promotoras y financiadoras, mientras que las instituciones académicas fueron más frecuentemente mencionadas como diseñadoras y responsables técnicos. En el 86 % de los proyectos, los miembros de la comunidad en general participaron en las acciones de restauración, principalmente en la ejecución de las acciones, mientras que en el 62 % de los proyectos hubo participación de las mujeres y la población vulnerable participó en el 33 % de los proyectos. Los resultados de los proyectos se han documentado y divulgado principalmente por medio de presentaciones en congresos, para el público en general y en publicaciones científicas (Toribio, 2018). Las iniciativas de restauración realizadas en México han contribuido de manera importante a la conservación de la biodiversidad.

Los proyectos de restauración requieren de mayor planificación. Para ello, se sugiere incluir:

- La identificación de las causas de la degradación,
- El establecimiento de una línea base, (iii)
- Priorizar los sitios a restaurar
- Considerar el cambio climático en los proyectos.

Conocer el estado inicial del ecosistema y las causas de su degradación, permite identificar cuáles serán las medidas correctivas adecuadas para revertir o detener el deterioro que ocurrió en el ecosistema, La importancia de establecer una línea base permite conocer el punto de partida del ecosistema y del proyecto, evaluar el éxito del proyecto en términos de las metas establecidas y contar con un punto de referencia para el monitoreo (Toribio, 2018).

En el transcurso de la restauración influyen en el área intervenida múltiples factores, así como múltiples estados a los que se pueden llevar estas áreas. Por lo tanto, existe una gama de posibles situaciones que solo podrán ser

identificadas si se incluye a lo largo de todo el proyecto de restauración un programa de monitoreo que permita conocer el desempeño que ha tenido dicho proceso. Fortalecer la evaluación y el monitoreo espacio-temporal de variables biofísicas y sociales, así como de carácter económico es fundamental para el adecuado progreso de la restauración. El monitoreo y el manejo adaptativo son herramientas básicas para la conservación (Toribio, 2018).

Con el monitoreo se determina si los objetivos fueron alcanzados, además de generar las adaptaciones necesarias ante imprevistos o resultados no contemplados.

4. Áreas naturales protegidas en México

Desde hace varios siglos, la humanidad ha designado áreas restringiendo el acceso y uso de flora, fauna y otros recursos con el objetivo de mantener las cualidades originales de estos sitios. Las razones han sido diferentes, incluyendo económicas (reservas forestales), espirituales (sitios religiosos), recreativas (cotos de caza y parques), etc.

A finales del siglo XIX se inició la creación de áreas para la conservación de la naturaleza, conocidas como parques nacionales. Los principales criterios utilizados para la selección de estas áreas fueron estéticos y recreativos. Los bosques de coníferas y las altas montañas dominaron la selección. Sin embargo, las ideas sobre la conservación de la naturaleza eran muy particulares.

En varios países, los pobladores de estos sitios fueron reubicados para promover la recuperación de los ambientes. También se removieron depredadores y se introdujeron peces exóticos para promover la pesca recreativa. En el Parque Nacional Yosemite, ahora una de las joyas del Sistema de Parques Nacionales de Estados Unidos, se presentaba el famoso espectáculo de tirar el carbón encendido de grandes fogatas sobre la cascada para que el público pudiera entretenerse admirando la "cascada de fuego". Con el liderazgo de algunos países, la creación de áreas protegidas se difundió por todo el mundo. Sin embargo, en países con poca cultura de la naturaleza y con poco presupuesto la eficacia de esta herramienta de conservación no fue la misma.

En los años 70's se propuso un concepto distinto: las reservas de la biósfera. El principal objetivo de este sistema era integrar a las comunidades humanas en la conservación en lugar de excluirlas. El modelo incluye un área núcleo con acceso y usos restringidos rodeada por un área de amortiguamiento en donde las actividades son sustentables.

En México, el promotor de las Reservas de la Biosfera fue el programa "El Hombre y la Biosfera" de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura" UNESCO en los años 70's. Primero se crearon las reservas de La Michilía y Mapimí en Durango y Montes Azules en Chiapas. A finales de la década de los 70's la comunidad científica se dio cuenta que muchas áreas protegidas tenían problemas. En primer lugar, estaban quedando aisladas rodeadas por un mar de tierras de cultivo. Las áreas protegidas aisladas sin posibilidades de recolonización empezaron a perder especies. En segundo lugar, los criterios con los que fueron creadas no eran completamente compatibles con la conservación de la biodiversidad. Muchas áreas protegidas no tenían el suficiente tamaño para mantener poblaciones viables de las especies con grandes requerimientos de espacio como algunos depredadores (por ejemplo, águila y jaguar) (CONABIO, Áreas Protegidas, 2023).

Las áreas naturales de México son la herramienta más efectiva de conservación hasta ahora, mediante las ANP se pueden ampliar corredores naturales, que permiten que las especies se adapten y ajusten sus áreas de distribución, frente a las nuevas condiciones climáticas.

Las áreas protegidas son una herramienta de conservación que cumplen varios objetivos y proporcionan una multitud de beneficios tanto para los pobladores de zonas aledañas como para la región, el país y el planeta.

- Mantienen fauna y flora silvestres
- Mantienen paisajes naturales
- Mantienen procesos ecológicos (carbón, agua, suelo)
- Sirven de testigos del cambio
- Proporcionan oportunidades de recreación
- Representan posibilidades de educación

- vii. Son sitios de investigación científica

En México existen diversos tipos de áreas protegidas: federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales y privadas. Las áreas naturales protegidas son las áreas bajo la administración de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (conanp) entre las más conocidas están el Parque Nacional Desierto de los Leones y la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca (CONABIO, Áreas Protegidas, 2023).

Existen siete categorías de áreas naturales protegidas federales; Reservas de la biosfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de fauna y flora, y santuarios.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, administra actualmente 187 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal que representan 90,967,329 hectáreas y apoya 395 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de 701,760 hectáreas.



Figura 1. Mapa de áreas naturales protegidas de México (CONANP, 2016)

4.1 Áreas naturales protegidas Maderas del Carmen, Coahuila, México

Una de las estrategias que se plantean en la política ambiental para lograr la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales, así como frenar los procesos de deterioro son las Áreas Naturales Protegidas. Al respecto el Instituto

Nacional de Ecología a través de la Unidad Coordinadora de Áreas Naturales Protegidas presentó el Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000. En dicho programa se reúnen experiencias y antecedentes de más de 50 años del trabajo de investigadores, organizaciones sociales y autoridades y se proponen objetivos e instrumentos (SEMARNAP, 1997) (CONANP, ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA MADERAS DEL CARMEN, 2008).

En él se definen las Áreas Naturales Protegidas como porciones terrestres o acuáticas representativas de los diferentes ecosistemas y de su biodiversidad, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por el hombre. Son también unidades productivas estratégicas, generadoras de una corriente vital de beneficios sociales y patrimoniales.

El 7 de noviembre de 1994, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el decreto mediante el cual se establece el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. En dicho decreto se justifica la creación de una nueva área natural protegida de 208,381 ha de superficie, como una estrategia para conservar los valores naturales de un sitio en el que actualmente existen organismos de gran importancia biológica y también porque estas montañas forman parte de un corredor natural a través del cual se desplazan numerosas especies de animales y se dispersan diversas especies de plantas (SEMARNAP, 1997).

La creación de esta nueva área protegida, es la respuesta a la demanda de investigadores, manejadores de áreas protegidas, políticos y organizaciones no gubernamentales, que durante 60 años han alentado la idea de proteger estas sierras: tanto por su valor intrínseco, como por la posibilidad de que, junto con el Parque Nacional Big Bend, el Área de Manejo de Black Gap, y el Parque Estatal Big Bend Ranch, en Texas, y ahora con el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena, en Chihuahua, sean en conjunto una de las superficies protegidas más extensas entre los dos países. De esta forma, los recursos más representativos del Desierto Chihuahuense quedarían prácticamente asegurados (SEMARNAP, 1997).

El área protegida, incluye una sección de la Sierra Madre Oriental, en su extremo norte, que por su altura, configuración e interconexiones geográficas permiten que ahí subsista una gran variedad de plantas y animales, característicos del Desierto Chihuahuense y de la propia Sierra Madre Oriental, especialmente comunidades propias de bosques mesófilos, únicas en la región, sobrevivientes de las épocas geológicas en que esta parte del país era más fresca y húmeda, hace aproximadamente 10,000 años.

El área estuvo habitada por comunidades humanas desde hace miles de años, en que tribus nómadas utilizaban temporalmente los recursos naturales del área durante sus desplazamientos por esta región. Nuevos grupos llegaron a la región, aproximadamente en el año 1,500, primero apaches y luego comanches, quienes habían sido desplazados de sus territorios originales, y que en este lugar encontraron su último refugio, hasta que fueron exterminados.

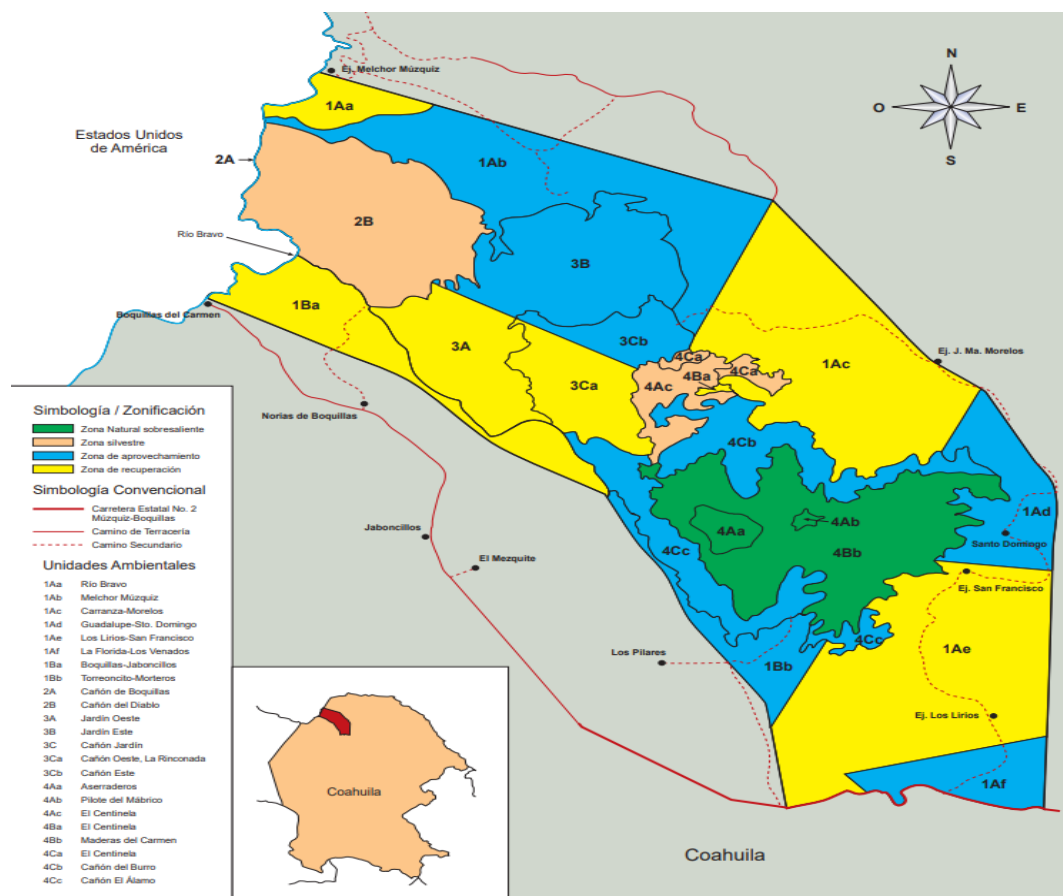


Figura 2. Mapa de zonificación del área de protección de flora y fauna maderas del Carmen, Coahuila Instituto Nacional de Ecología, 1997.

Se forman ejidos, todos ellos en las partes bajas de las sierras, en donde desarrollan principalmente actividades pecuarias. En las bajadas y las partes altas de la sierra, primero, terrenos federales y posteriormente pequeñas propiedades quedan en manos privadas, que desarrollan empresas forestales, clubes de caza y por último cambian también a un uso pecuario

Desde finales del siglo pasado y principios de éste, el desarrollo de la región se inicia como un centro minero y durante este periodo se fundan algunos de los centros de población que aún existen. Sin embargo, al encontrar mejores posibilidades en otros lugares, las empresas salen de la región, dejando a un grupo de pobladores que cambian de actividad para convertirse primero en candelilleros y posteriormente en ganaderos.

Uno de los puntos más importantes a destacar es que aun cuando se hace referencia a los habitantes del área, hay muy pocas personas viviendo dentro de los límites del área de protección, y los terrenos ejidales dentro de la misma, sirven sólo como terrenos de pastoreo y de extracción de candelilla.

En el área de influencia la explotación de productos forestales no maderables (como la candelilla) es actualmente, después de la ganadería, la actividad económica más importante en la región (SEMARNAP, 1997).

Como se mencionó anteriormente, la ganadería, la explotación de candelilla y el comercio son las principales fuentes de ingresos en la región; en Boquillas del Carmen el turismo es de relativa importancia. Estas actividades constituyen la base de la economía local. En el caso particular del ejido Melchor Múzquiz la extracción de candelilla es la fuente básica de ingresos.

4.1.1 Subprogramas de manejo, ejidos Boquillas y Jaboncillos, Coahuila, México

Los pobladores de las comunidades, reciben apoyo para el mejoramiento de sus viviendas y de los caminos, donde participan ellos mismos con la mano de obra requerida, y son apoyados con programas algunos como prospera por parte del gobierno federal, que tiene como requisito asistir a pláticas de salud, contribuyendo a mejorar su calidad de vida. Así mismo son apoyados con proyectos de reforestación con candelilla y nopal, construcción de gaviones, estufas para hacer más eficiente el uso de leña y empleo temporal.

Los pobladores son apoyados para cultivar huertos familiares, que la CONANP gestiona y supervisa, entre los cultivos están; sandía, melón, calabacita, ajo, tomate, cilantro, chile, con la finalidad de mejorar su nutrición y economía, porque son productos difíciles de encontrar en las localidades. Además, aprovechan del medio el nopal, mezquite, quelite, flor de palma, pitaya y verdolaga.

En la comunidad de Jaboncillos por sus condiciones naturales de humedad se cultivan frutales como, limones, membrillo y duraznos, en huertas o en traspatio. Persisten las dificultades en el suministro de los apoyos por la lejanía y las malas condiciones de los caminos. Una fuente de empleo temporal es la brigada de “los diablos”, mote utilizado por los propios habitantes para las personas contratadas como combatientes forestales por parte del gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica. Estas personas son trasladadas cuando se presenta alguna contingencia al otro lado la frontera recibiendo por ello un sueldo remunerativo. Dentro del **Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen** no existen aprovechamientos comerciales de madera, pero hay extracción clandestina para postas y leña para autoconsumo. La extracción de candelilla está restringida a las partes bajas, fuera del APFF, en la zona de Influencia.

La **Estrategia de Conservación para el Desarrollo** promovida por la CONANP, comprende apoyos a las comunidades dentro del área natural protegida mediante proyectos orientados a la conservación y el uso sustentable de los recursos, a través del fortalecimiento de la organización comunitaria y la realización de

actividades productivas alternativas que generen oportunidades de ocupación e ingreso para las comunidades. El Programa para la Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES), constituye el instrumento, articulador de la Estrategia de Conservación, para el Desarrollo de la CONANP, que conjuga otros programas y proyectos como herramientas de inversión complementarios para desarrollar una sinergia institucional que procura la convergencia e integración de programas sectoriales en proyectos orientados a la conservación y el uso sustentable de los recursos. Dentro de la misma estrategia, el Programa de Empleo Temporal (PET), es una herramienta para apoyar a las comunidades marginadas, con el fin de mantener y promover el manejo sustentable de sus recursos naturales y al mismo tiempo cubrir sus necesidades presentes en épocas de escasez de ingresos. Esto contribuye a reducir los desequilibrios ambientales y a mejorar el bienestar de las familias en pobreza extrema. Cada año la dirección del APFF ejerce recursos provenientes del PET, PRODES, y PROCODES, con los que se beneficia a los pobladores y se logran avances en las acciones de manejo.

En la actualidad está en funcionamiento un sistema de coordinación interinstitucional, donde se realizan convenios entre el Comité de Sanidad Animal, INIFAP, CONAFOR, PROFEPA, SAGARPA Y SEMAC. Siempre que se presenta alguna contingencia como incendios, inundaciones, plagas, se tiene el apoyo, de éstas dependencias, que trabajan en coordinación con el personal del Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. En cuanto gestoría de proyectos, se está trabajando de manera conjunta con otras instituciones como PROFEPA, SAGARPA y SEMAC.

Existen algunos programas vigentes en la actualidad en los cuales se colaboraron los cuales son;

El Programa de Conservación y Manejo: se integran en seis subprogramas de conservación que son la protección, manejo, restauración, conocimiento, cultura y gestión.

Subprograma protección: la protección se refiere a evitar que los ecosistemas y su biodiversidad en las Áreas Protegidas Federales y otras áreas de conservación rebasen los “límites de cambio aceptable”.

Manejo del fuego

- Componente Turismo y uso público
- Componente inventarios, líneas de base y monitoreo ambiental
- Componente sensibilización, conciencia ciudadana y educación ambiental
- Reforestación en áreas determinadas para la plantación de candelilla.
- Monitoreos de estratos arbustivos de quemas prescritas

4.2 Área natural protegida Cuenca Don Martin, Sabinas, Coahuila

Ubicada en el estado de Coahuila, esta área protegida es importante por sus ecosistemas y procesos ecológicos notables, tales como la migración invernal de aves acuáticas, y también por la presencia de bosque de galería y los últimos pastizales nativos de Coahuila; tiene una elevada riqueza de especies por estar en una zona de transición entre el desierto chihuahuense y el matorral tamaulipeco; es hábitat histórico del castor.

Con una categoría de manejo: Área de Protección de Recursos Naturales

Ubicada en el estado de Coahuila, en colindancia con los municipios: Acuña, Candela, Castanos, Cuatro Ciénegas, Juárez, Lamadrid, Monclova, Muzquiz, Nadadores, Ocampo, Sabinas, Sacramento, San Buenaventura, San Juan de Sabinas, Zaragoza (CONANP, SIMEC, 2022).

Superficie Total: 1,519,385.03 ha, con una fecha de decreto: 03 de agosto de 1949 pero se recategorizó el 07 de noviembre del 2002.

El Área de Protección de Recursos Naturales Don Martín en Coahuila, forma parte de un corredor biológico para la biodiversidad transfronteriza entre México y Estados Unidos. Esta Área Natural Protegida (ANP) forma parte del corredor del néctar para el murciélago magueyero mayor (*Leptonycteris nivalis*) y es una zona de alta importancia en la ruta migratoria de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*) (CONANP, SIMEC, 2022).

Los servicios ambientales que se generan en el Área Natural Protegida son entre otros la infiltración, recarga y almacenamiento de agua en el manto freático, producción de madera y otras fibras, desarrollo de vida silvestre terrestre y acuática, obtención de alimentos y plantas medicinales, además de los efectos intrínsecos en la producción de oxígeno, captación de carbono, amortiguamiento de eventos climáticos extremos, protección del paisaje y humedales, lo que brinda cierto grado de resiliencia a los ecosistemas, situación que permite estar menos vulnerable a los efectos del cambio climático (CONANP, SIMEC, 2022).

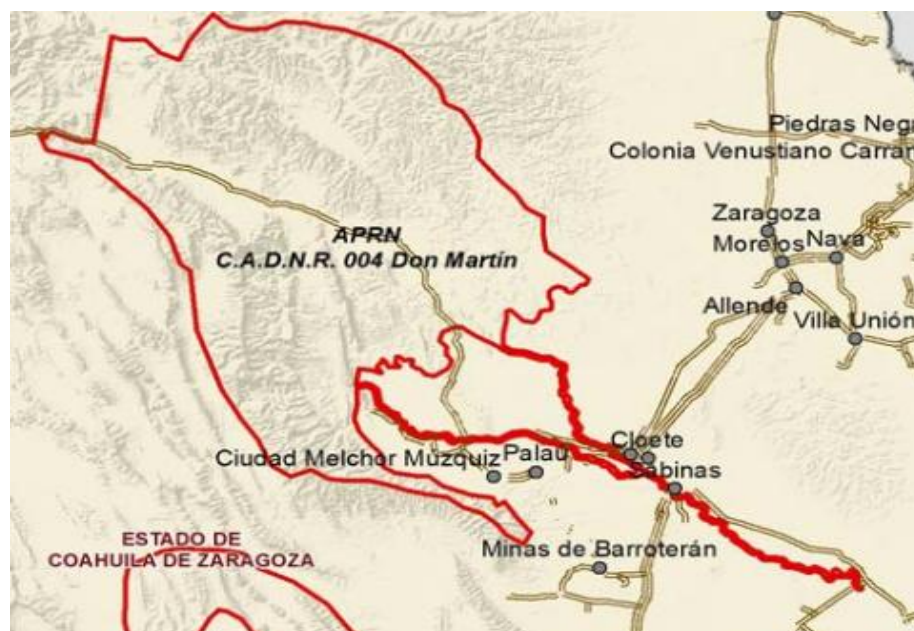


Figura 3. Mapa del ANP, C.A.D.R. 004 Don Martín CONANP

4.2.1 Subprogramas de manejo, restauración, conocimiento, cultura y conservación, Cuenca Don Martín Sabinas, Coahuila

Con base en la problemática existente y necesidades del área natural protegida, los subprogramas están enfocados a estructurar y planificar en forma ordenada y priorizada las acciones hacia donde se dirigirán los recursos, esfuerzos y potencialidades con los que cuenta la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, para el logro de los objetivos de conservación del Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín, dichos subprogramas están integrados en diferentes componentes,

mismos que prevén objetivos específicos, metas y resultados esperados, así como las actividades y acciones que se deberán realizar. De lo que se advierte que todos y cada uno de los componentes tiene una estrecha interacción operativa y técnica, con lo que cada acción se complementa, suple o incorpora la conservación, la protección, la restauración, el manejo, la gestión, el conocimiento y la cultura como ejes rectores de política ambiental en el área natural protegida.

Se realizan acciones de vigilancia, que atienden principalmente ilícitos ambientales provocados por la realización de actividades extractivas no reguladas como el aprovechamiento de leña de mezquite, carbón vegetal y no maderables, así como el saqueo de flora y fauna silvestre por citar algunos. Los impactos a los ecosistemas causados por los visitantes a los sitios naturales que destacan por su riqueza biológica serán mitigados a través de la vigilancia continua, denuncias de carácter ambiental, la difusión de la legislación ambiental pertinente y reglas administrativas del **Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín**.

- Componente de prevención, control y combate de incendios y contingencias ambientales
- Componente de protección contra especies exóticas invasoras y control de especies y poblaciones que se tornen perjudiciales
- Componente de Inspección y Vigilancia
- Componente de actividades productivas alternativas y tradicionales
- Componente de manejo y uso sustentable de humedales
- Componente de uso público, turismo y recreación al aire libre
- Componente de Inventarios y Monitoreo Ambiental y Socioeconómico
- Componente de fomento a la educación y cultura para la conservación

5. Los depósitos abandonados de residuos mineros Sierra Minera – La Unión, Murcia España.

La extracción de los recursos minerales ha generado grandes beneficios que, en algunos casos, ha supuesto el desarrollo industrial y social de su entorno, pero las actividades mineras también son conocidas mundialmente por causar importantes efectos adversos al medioambiente, asociados, principalmente, con la deposición de grandes volúmenes de residuos con altas concentraciones de los denominados “metales pesados”, que hacen referencia a un conjunto de ciertos elementos metálicos y algunos no metálicos como el Arsénico (As) o el Selenio(Se) y sus compuestos, a los que se les atribuyen determinados efectos de contaminación ambiental, toxicidad y eco-toxicidad, en zonas cercanas a las áreas mineras.

Estos residuos son fácilmente erosionables tanto por erosión hídrica como eólica, provocando la liberación y dispersión de metales en periodos que pueden durar cientos de años tras el cese de la actividad minera (Garcia, 2004).

La Sierra de Cartagena-La Unión ha sido uno de los distritos mineros más importantes de España y el más representativo de la Región de Murcia por sus yacimientos de hierro, plomo y Zinc, de especial interés minero. Con más de 2.500 años de historia, la Sierra Minera, ha sido objeto de explotación desde la época de cartagineses y romanos hasta finales del siglo XX, con su máximo apogeo en los siglos XIX y XX (Garcia, 2004).



Figura 4. Mapa de la Sierra Minera, Murcia (García, 2004).

En los suelos de la sierra minera y su entorno se ha detectado concentraciones importantes, que alcanzan y superan los niveles máximos permitidos por diversas normativas internacionales de hasta 11 de los elementos denominados “metales pesados”. Aluminio y Hierro destaca sobre los demás con concentraciones medias porcentuales de 13% y 10% respectivamente. Especial significación tiene la contaminación por Plomo y zinc, que superan con mucho los niveles máximos a partir de los cuales se requiere una intervención obligatoria en todas las legislaciones consultadas.

Los depósitos de residuos también representan riesgos ambientales. El riesgo más importante es el de erosión hídrica, pues el agua arranca y transporta partículas ricas en metales y contamina las masas de aguas continentales y marinas. Otro riesgo de importancia es el producido por los hundimientos en zonas afectadas por galerías durante la ocurrencia de movimientos sísmicos (García C. G., 2004).

5.1 Aplicación de técnicas de Fitomanejo para la restauración Ambiental de depósitos de Residuos mineros metalíferos en zonas semiáridas (FiAmbRes)

Los depósitos de lodos de flotación (depósitos mineros) almacenan residuos procedentes de las labores de concentración de mineral y se consideran los principales responsables de la problemática medioambiental de las antiguas zonas de minería metálica. Debido a la gran cantidad de depósitos mineros abandonados, la administración debe de priorizar actuaciones en aquellos que entrañen un riesgo inaceptable y sobre los que es necesario actuar con urgencia debido al riesgo de colapso y/o cercanía a poblaciones.

Este tipo de actuaciones tienen un alto componente técnico-ingenieril, ya sea vía eliminación o reubicación de los depósitos mineros o por estabilización, sellado y cubrición in situ de estos, lo que encarece significativamente su coste económico. Ahora bien, los depósitos con un riesgo calificado como tolerable, aunque no supongan un riesgo inmediato alto, son una fuente constante de dispersión de elementos potencialmente tóxicos al entorno a corto, medio y largo plazo (bomba química), afectando negativamente al medioambiente, y la salud y bienestar humano. La imposibilidad de asumir económicamente la restauración de tipo

ingenieril del conjunto de depósitos que pueblan un antiguo distrito minero obliga a buscar medidas-aplicaciones alternativas que puedan complementar las obras ingenieriles de restauración (Álvarez, 2017).

Se plantea un proyecto en una zona piloto demostrativa de unos 2500 m² ubicada en un depósito minero abandonado del antiguo distrito minero de Cartagena-la Unión, con tres objetivos específicos de tipo científico-técnico:

- Establecer una cubierta vegetal estable mediante combinaciones de especies en siembra/plantación, adaptadas a los factores edáficos limitantes de los depósitos mineros. Este objetivo específico se alcanzará empleando especies en base a su tolerancia a los factores edáficos y busca aumentar la cobertura vegetal a corto plazo asociando especies tolerantes a nichos específicos
- Establecer las bases para el desarrollo de islas de fertilidad mediante la introducción de especies facilitadoras
- Acelerar el proceso de establecimiento de la cubierta vegetal aplicando enmiendas tipo biochar/compost, instalando estructuras facilitadoras tipo fajinas y colocando posaderos de aves para incentivar la dispersión de semillas.
- Entre diciembre 2021 y enero 2022 se completaron las labores de laboreo y enmendado (con una mezcla de residuos sólidos urbanos y biochar) del suelo en la parcela piloto de 2.500 m², ubicada en un depósito de residuos mineros abandonado ubicado en el Parque Regional de Calbalque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila.

Se han colocado 44 fajinas para favorecer zonas de sombreado, refugios para la fauna, aporte de materia orgánica y retención de sedimentos y de propágulos de plantas. Además, se han instalado varias banquetas, en la cabecera de las cárcavas, para reducir el avance de éstas al disipar la energía del agua de escorrentía y contribuir a la retención de sedimentos.

Además de que se plantaron un total de 742 ejemplares de las especies *Pinus halepensis*, *Tetraclinis articulata*, *Atriplex halimus*, *Maythenus senegalensis*, *Periploca angustifolia*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Rhamnus lycioides* y *Stipa*

tenacissima. Además, se han sembrado mezclas de semillas de varias de estas especies en doce parcelas de 1 x 2 m² para evaluar la viabilidad de la restauración de la cubierta vegetal por esta vía.

También se han colocado seis posaderos para incentivar la visita de las aves frugívoras y tratar de favorecer la dispersión de las semillas a través de sus excrementos (Álvarez, 2017).



Figura 5. Preparación del terreno FiAmbRes, 2018.



Figura 6. Fabricación las fajinas, las banquetas y los posaderos procede de podas realizadas en los alrededores de la parcela FiAmbRes, 2018.

DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Tabla 1. Plan de actividades ANP, Coahuila, México.

Fecha	Actividades realizadas	Objetivo
26/06/23	Introducción a las Áreas Naturales Protegidas	Recorrer y conocer el área natural protegida Cuenca Don Martin, tener conocimiento de los proyectos vigentes, brindando apoyo técnico junto al equipo, diferenciar las ANP, y los distintos programas que existen como PROCODES Y PROREST.
28/06/23 29/06/23	Restauración de candelilla, y extracción de cera de candelilla	Conocer los procesos de recolección, extracción de la cera de candelilla
30/06/23	Intercambio de experiencias y resultados de Consejo Asesor, de las ANP, Coahuila	Construcción de acuerdos para el establecimiento de compromisos y corresponsabilidades entre las y los diferentes actores que convergen en un ANP. Con la finalidad de lograr mejores condiciones de manejo en el área; se trata de un proceso en el que la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, signifique el cuidado de los bienes comunes, promoviendo un alto grado de participación de la totalidad de las y los actores.
05/07/23	Curso básico de AVENZA MAPS	Instructivo para el uso y manejo de la cartografía digital, para actualización de datos y hacer más practicas las herramientas en campo
06/07/23	Seguimiento de temas de restauración y asesoría técnica en huertos familiares	Visitar los proyectos de huertos familiares, y brindar asesoría técnica para el cuidado y mantenimiento de los mismos
08/07/23 10/07/23	Servicios turísticos en ANP Boquillas	Percatarse de la importancia del corredor biológico tanto de especies animales como el ingreso de los visitantes al ANP Conocer la principales actividades socioeconómicas del poblado
11/07/23 13/07/23	Evaluación y monitoreo de quemas prescritas	Obtener datos del muestreo de vegetación a través de una base de datos una vez realizada la quema prescrita para medir la eficacia de la actividad realizada, obtener muestras

		de excrementos de los animales que se encuentran dentro del ANP
15/07/23 21/07/23	Taller inducción al ANP Don Martin y taller de vigilancia	Conocer las actividades que realizan un guardaparque, así como realizar denuncias en caso de alguna de algún incidente dentro de las ANP
19/07/23	Monitoreo de aves	Observar las tendencias de su población. La presencia o ausencia de algunas especies de aves indica también la condición del hábitat necesario para sitios de refugio, alimentación y reproducción.
19/07/23	Monitoreo de murciélagos y monitoreo vegetativo	Determinar la abundancia poblacional, el índice de diversidad, así como ubicar los sitios de mayor importancia para las especies de murciélagos, en la ANP
22/07/23 25/07/23	Curso de estufas	Impulsar el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y los recursos naturales a través del desarrollo de actividades productivas sustentables, así como de proyectos de restauración de ecosistemas con fines productivos.
26/07/23 27/07/23	Taller de restauración ANP, y monitoreo en exclusas Jaboncillos, Coahuila	Promover la restauración de zonas afectadas por la extracción de candelilla , así como acciones de protección y monitoreo para la conservación y recuperación de especies prioritarias y sus hábitats en las ANP y tener zonas de reservas.

Tabla 2. Plan de actividades en laboratorio y campo en Cartagena, Murcia, España.

Fecha	Actividades realizadas	Objetivos
17/09/23	Extractos de muestreo de suelos	Definir el grado de metales contenidos en el suelo
	Peso de humedad de macetas con muestras de suelo contaminado	Determinar la humedad retenida en los suelos, y el tipo de textura de cada suelo
	Mantenimiento de los cultivos de invertebrados edáficos <i>Enchytraeus crypticus</i> y <i>Folsomia</i> para ensayos de biotoxicidad	Mantener en buenas condiciones a los invertebrados y su entorno
	Análisis de muestras de suelo	Capacidad de intercambio catiónico
	Seminario de resultados de la "Implementación del fitomanejo de residuos mineros en entornos semiáridos: bases científicas para asegurar su viabilidad".	Dar a conocer los resultados de las técnicas realizadas en el área afectada
	Extracción de muestras de plantas (tallo, raíz, hoja, flor, o fruto)	Determinar en qué parte de una planta se concentran mucho más los metales (raíz, tallo, flor, fruto)
	Análisis de suelo para reducción de sales, para obtener resultados de espectrofotómetro	Medir el nitrógeno desplazado por absorción atómica
	Análisis de tamiz del suelo	Tamizar la tierra de dos muestras del año primavera y verano, para determinar si los niveles de contenido de metales ha disminuido con la técnica aplicada
	Salida al campo experimental	Medir plantas mediante una base de datos para registro de altas y bajas
14/11/23	Salida a campo para la introducción a las zonas de la sierra minera afectadas por la minería a cargo del Dr. Héctor Miguel Conesa Alcaraz	Visita e introducción a las zonas afectadas por la extracción de minerales, y conocer los daños ocasionados

RESULTADOS

Introducción a las Áreas Naturales Protegidas, día 27 de junio, 2023. Las prácticas comenzaron el día 27 de junio en el área natural protegida Cuenca Don Martín, Sabinas, Coahuila, en la cual comenzamos con una pequeña introducción de los proyectos vigentes dentro del ANP, de los cuales en su mayoría están financiados por los programas de PROCODES Y PROREST. Las oficinas de CONANP de Cuenca Don Martín cuenta con 4 técnicos los cuales son los encargados de llevar a cabo los proyectos, de los que destacan temas de restauración, monitoreo, prevención y control del fuego, educación ambiental, conservación de las áreas naturales protegidas, y manejo de residuos sólidos.

Dentro de esta introducción el fin era conocer el trabajo que llevaba cada uno de los técnicos y la importancia de llevar a cabo los proyectos los requisitos que se requieren a que programas debemos acudir y diferenciar el fin de cada proyecto.

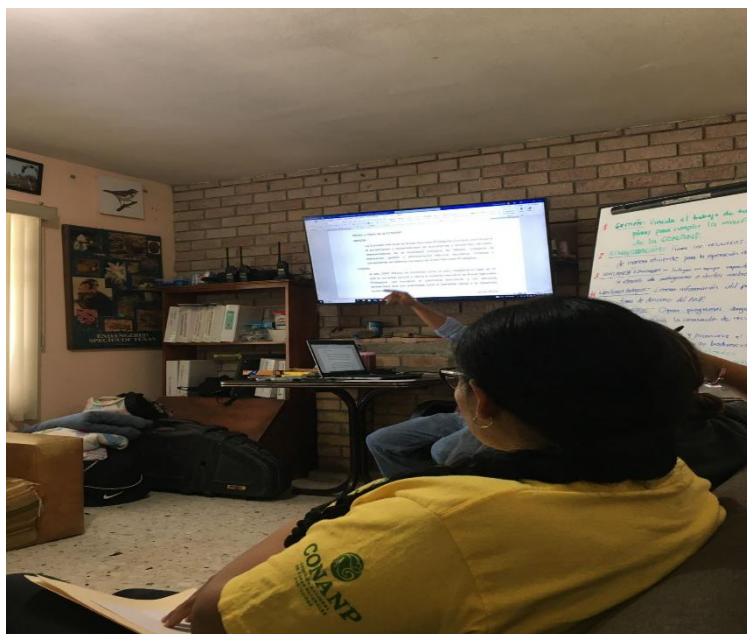


Figura 7. Curso de inducción a las ANP, 2023

Visita al ejido La Reforma, Cuatro Ciénegas, Coahuila en donde se realizaron actividades de extracción y recolección de cera de candelilla



Figura 8. Instalaciones en donde se realizan los trabajos de extracción de la cera de candelilla, 2023

La siguiente actividad se llevó a cabo en el ejido Jaboncillos, municipio de Ocampo, perteneciente al ANP de Maderas del Carmen en el cual se llevó a cabo el curso para la utilización de cartografías digitales en aplicaciones como AVENZA MAPS y WIKILOC



Figura 9. Presentación para la introducción al curso de AVENZA, 2023

Una vez culminado el curso se llevó a cabo la practica en campo en donde se trabajaron con dos mapas de la región en el cual hicimos registros de puntos como pozos, centros de reunión, parcelas, marcamos caminos entre otras.



Figura 10. Practica en capo después del curso de AVENZA, 2023

Visita los proyectos de huertos familiares de financiados por los programas PROCODES, PROREST y SADER, y brindando asesoría técnica para el cuidado y mantenimiento de los cultivos



Figura 11. Cultivos de uva en huertos familiares en ejido Piedritas, Coahuila, 2023

Conocer las principales actividades socioeconómicas del poblado, y prestando servicios de recepción, dando una pequeña introducción de la importancia de las ANP a los visitantes.

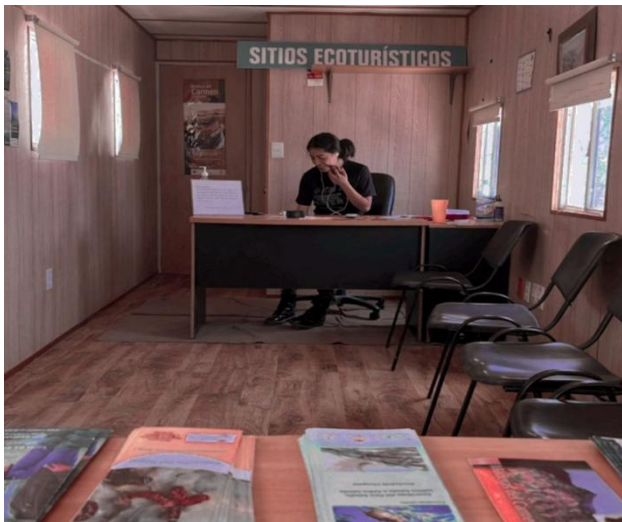


Figura 12. Recepción para acceso al ANP Boquillas del Carmen, 2023

Evaluación y monitoreo de quemas prescritas en el ANP maderas del Carmen dentro de la propiedad privada de CEMEX, en donde se tomaron datos de estratos arbustivos y vegetativos, en zonas ya delimitadas, al igual que se tomaron datos sobre la presencia de posaderos, echaderos de animales que habitan ahí, muestras de pelaje, excrementos, pieles, huesos, entre otros.



Figura 13. Visita en áreas con quemas prescritas, Pilares, Maderas del Carmen, 2023



Figura 14. Muestras de muda de piel de víbora de cascabel, 2023

Vigilancia y monitoreo de aves la siguiente actividad de llevo a cabo en el municipio de Sabinas, Coahuila, la práctica se realizó en campo en el ejido Ojitos el cual cuenta con una parte del rio y con abundancia de aves, se utilizaron aplicaciones como NATURA en la cual se llevaron a cabo registros de la flora de la zona, y se levantaron reportes de talas no autorizadas de árboles como el sabino (*Taxodium mucronatum*) especie endémica de la región de la cual se han registrado talas prohibidas dentro de la ANP, debido a su uso forestal para la realización de muebles y casas.



Figura 15. Monitoreo de aves y curso de vigilancia, 2023

Taller de monitoreo de murciélagos, la siguiente actividad fue coordinada por compañeros de las ANP del estado de Monterrey quienes están especializados en los monitores de murciélagos



Figura 16. Curso de inducción al monitoreo de murciélagos, Sabinas, 2023

En esta actividad no logramos capturar murciélagos ya que la hora no lo permitió al igual que algunas luces que se encontraban cerca de las trampas, por lo que es difícil que se acercaran a la trampa, aunque aprendimos a instalar las trampas.



Figura 17. Instalación de trampas para murciélagos, Sabinas, 2023

El curso de estufas se llevó con éxito en el municipio de Sabinas, Coahuila, el propósito es que los habitantes e interesados en participar pudieran hacer su propia estufa solar, usando materiales más accesibles y económicos y sobre todo apoyando el desarrollo sustentable, se lograron realizar 10 estufas solares, el proyecto fue financiado por el programa PROCODES de CONANP, Sabinas.



Figura 18. Elaboración de estufas solares en Sabinas, 2023

El taller de restauración realizado en el ejido Jaboncillos, Ocampo, Coahuila, en un área determinada en la cual ya se habían realizado anteriormente trabajos de restauración con candelilla, a cargo del Dr. Javier Ochoa, se llevó con éxito, fue un taller de tres días, en el cual se llevaron a cabo actividades de restauración, conservación y monitoreo de especies vegetativas, con la participación de ejidos vecinos como, Boquillas, Norias, y Piedritas.

Se hicieron algunas observaciones de la restauración anterior en las cuales destacaron algunos puntos negativos que se corrigieron en esta ocasión, como la mala ubicación de las plántulas de candelilla, pues estas se encontraban dentro de los caminos de acceso de vehículos y personas, por lo cual no tuvieron un buen desarrollo, y existieron bajas, otra que algunas plantas más se encontraban cerca de alguna otra especie arbustiva lo cual provocaba competencia de nutrientes y retención de agua, otro punto es que a algunas plántulas no se les realizaron cajetes, o estos eran muy pequeños o estaban mal ubicados, los cajetes sirven para retener agua, y en tanto al monitoreo en exclusas se llevaron a cabo el ultimo día del curso en esta actividad se realizaron los conteos de algunas plantas de las cuales ya se llevaban registros anteriores, en este sitio hubieron bajas pues algunas plantas ya no se encontraban con vida otras ya no se encontraban en el sitio marcado.



Figura 19. Introducción en campo al curso de restauración, 2023

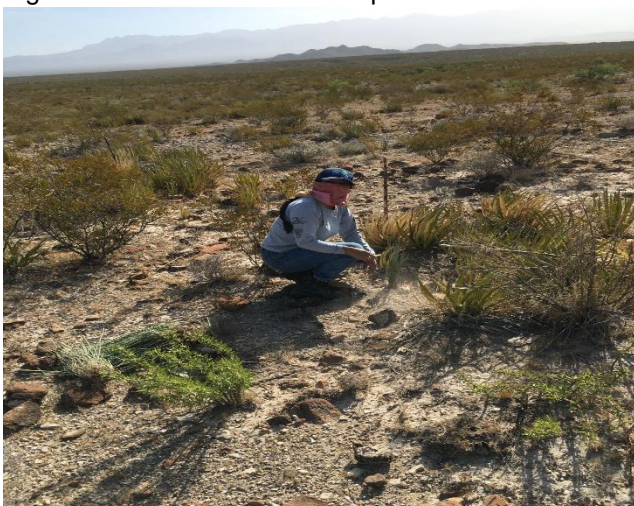


Figura 20. Trabajos de restauración de candelilla, 2023



Figura 21. Trabajos de monitoreo en exclusas, 2023



Figura 22. Reunión para recibir instrucciones, 2023

En la siguiente actividad realizada en el laboratorio de investigación del área de suelos de la UPCT, entre algunos otros en los cuales destacaron actividades como; medir la acides de los suelos a través de pruebas de intercambio catiónico, de los cuales se hacen pruebas de temporadas diferentes del año, las pruebas realizadas durante la estancia fueron primavera y verano, estas pruebas tienen como fin medir la acides y fertilidad de los suelos afectados por los residuos metalíferos y que tan efectivas han sido las practicas realizadas como la restauración en la zona piloto ubicada en la sierra minera.

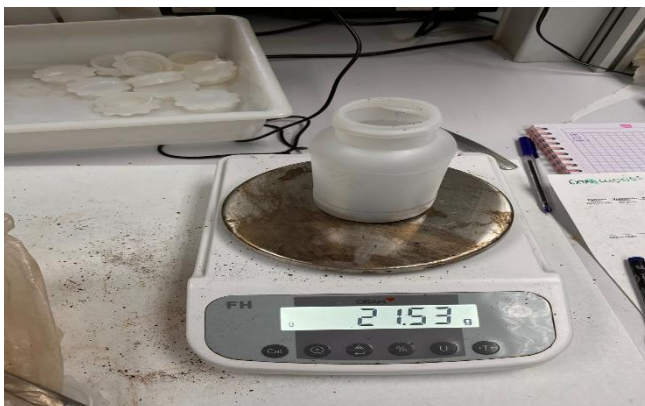


Figura 23. Medir el peso de los suelos sin humedad, 2023

En la siguiente imagen se mues este proyecto de cámaras climáticas consiste en el diseño y construcción de una cámara climática, en la que se pretende controlar

las condiciones climáticas para simular el comportamiento de las plantas en suelos contaminados, modificando las condiciones de sus variables iniciales, alterando las condiciones de conservación dentro de la cámara, esto para obtener datos pronto, sobre el comportamiento de las plantas, frente a cada estación.



Figura 24. Macetas dentro de la cámara climática con muestras de suelo de diferentes sitios de la Sierra Minera, 2023

Se manejaba una base de datos en las cuales se hacían registros de los riegos, el peso de las macetas secas y con una humedad



Figura 25. Peso de masetas, 2023



Figura 26. Mantenimiento de los invertebrados

Se pretendía mantener el espacio de los invertebrados, actividades como limpieza, y alimentarlos, lamentablemente a la semana tuvimos una baja de todos aún se desconocen las causas.



Figura 27. Presentación de datos y resultados de las técnicas de restauración en la Sierra Minera

La extracción de las muestras de plantas que provenían de la Sierra Minera, tenían el fin de obtener datos precisos del contenido de metales y en que parte de la planta se concentraban más los metales, es por ello que se separaban las plantas por parte, tallo, hoja, flor, fruto.

El proceso de estas muestras consistía en desinfectar el área, cortar la parte de la planta de la cual se querían obtener los datos, y procesarlos en un molino para después pasarlo por la estufa y obtener mejores datos.



Figura 28. Obteniendo muestras de las plantas en este caso se trabajaban raíces y tallos de la temporada de primavera, 2023

Tamización de los suelos, las muestras son de la temporada de primavera de diferentes sitios pues en el proyecto piloto se trabajaron en dos sitios en los cuales en cada uno se trabajó diferente tipo de restauración en un sitio se labro el suelo y se aplicaron sustratos como biochar, compost de residuos urbanos y en el otro sitio solo se labro la tierra para tener diferentes datos.

Como se muestra en la imagen se ve la diferencia de la textura de los suelos arcillosos, y arenosos, y el color de cada suelo es notable.



Figura 29. Suelos tamizados, 2023

Salida al campo experimental, en el parque regional de Calbalque, en la siguiente actividad se llevaron a cabo los registros de las plantas que se emplearon estas plantas son capaces de vivir en suelos con deficientes propiedades químicas y biológicas, y alto contenido de metales, el objetivo de estas aplicaciones de restauración es inmovilizar los metales del suelo en las raíces.

El proyecto comenzó en el año del 2021, por lo cual ya se llevan registros de las plantas cada planta que se introdujo tiene un número de folio para ser reconocida y no confundirla con las plantas que ya existían en la zona, se lleva a cabo una base en donde se lleva un registro de la especie de la planta las medidas como altura, follaje, largo y ancho, altas y bajas de plantas.



Figura 30. Midiendo plantas en la zona afectada, 2023



Figura 31. Identificando las plantas

La última actividad realizada en las estancias en Cartagena España fue la visita a las demás zonas afectadas de la sierra en donde el propósito era conocer los distintos daños que causaron las minas, la exposición de los metales y el resultado que existe en los suelos por los metales expuestos.



Figura 32. Sierra Minera, 2023



Figura 33. Manantial contaminado por metales, 2023



Figura 34. Carteles expuestos en lagunas afectadas por la minería, 2023

CONCLUSIONES

Las estancias realizadas en tres meses en dos diferentes áreas, zonas y países me dieron la posibilidad de conocer diferentes ecosistemas afectados por los deterioros, algunos naturales y otros causados por el hombre. Cada vez es más claro que la cantidad y la calidad de los recursos que el hombre se apropia de la naturaleza, depende de una gran diversidad de procesos ecológicos. De igual forma, estos procesos del ecosistema, se ven afectados por las actividades de apropiación de los recursos, es importante tomar en cuenta las restauraciones como método de resistencia a los ecosistemas, así como otras actividades de restauración y conciencia, y que estos sean llevados a cabo en un tiempo y forma, tomar un compromiso y aceptar que cada acción que tomemos en contra de nuestros ecosistemas y los bienes que obtenemos de ellos es responsabilidad de cada uno, antes de encontrarnos en un punto de no retorno como pasa en casi todos los espacios afectados por una mala administración de recursos naturales. Es agradable saber que existen instituciones federales y privadas que toman interés por conservar los recursos naturales y los que han sido afectados, fomentando el cuidado de nuestros ecosistemas, a través de proyectos, campañas de conciencia, y el apoyo de los habitantes, un ejemplo como las zonas áridas y semiáridas que tal vez para algunos no tienen alto valor por la falta de vegetación pues aún se piensa que son tierras estériles ignorando que las zonas áridas y semiáridas del país y fuera de él son de gran importancia para la conservación de la diversidad biológica y el mantenimiento de los procesos ecológicos que allí se presentan.

De ellas se extraen diferentes recursos de gran importancia en el mercado nacional e internacional. Y que a su vez cada día se buscan alternativas más viables y de menor costo para frenar la situación del deterioro de estas mismas, como es el caso del proyecto piloto en la sierra minera, en Murcia España, puesto que este proyecto es financiado por diferentes instituciones que se han preocupados por el bienestar ambiental y de las personas, tras los daños causados en diferentes zonas, fue triste ver manantiales y playas contaminadas de diferentes metales pesados, aunque a la fecha las playas cercanas a lo que

fueron minas explotadas, ya no presentan un peligro aún quedan secuelas de ello, el color naranjoso y negro de los suelos en mi caso generaron un tanto de desconfianza, hablando de las zonas áridas que están a cargo de CONANP, quede sorprendida por el interés y gran trabajo que han llevado los habitantes de los ejidos del norte de Coahuila México, junto a esta institución, los trabajos de restauración han ido mejorando, se busca cada día corregir los errores de los trabajos pasados, aunque existen otros desafíos aparte de restaurar las zonas afectadas, uno de ellos es trabajar con la gente, puesto que algunos de los principales obstáculos es llegar a un acuerdo con los habitantes de las ANP, pues aun existe el choque entre la institución y los trabajos de restauración con las personas que se niegan a colaborar, pues existe aun el pensamiento que esta institución prohíbe trabajar en las ANP, cuando no es así sino que se busca que estas personas colaboren y sepan que tienen derechos sobre estas tierras pero también obligaciones y responsabilidades, como ingeniero agrónomo en desarrollo rural pudimos notar estos puntos.

Quedo más que agradecida y me doy por bien servida pues en ambas instituciones trabaje en campo y en laboratorio, para tener una perspectiva de ambos entornos, del método científico y practico, quiero señalar que antes de esta satisfactoria estancia no conocía lo que era un monitoreo, así que agradezco a CONANP por la paciencia y por el apoyo durante este mes, pues de vital importancia en mis estancias en España, al igual que en la UPCT, pues me considero mas una persona que disfruta el trabajo en campo pero esta estancia me enseñó la importancia de llevar a cabo muestreos y resultados en laboratorio , para tener un conocimiento más amplio y que aporta mayor información, como tener resultados si en verdad las practicas que se llevan a cabo en campo han funcionado, y tener fundamentos que los respalden .

REFERENCIAS

- Álvarez, R. J. (2017). Aplicación de técnicas de Fitomanejo para la restauración Ambiental de depósitos de Residuos mineros metalíferos en zonas semiáridas (FiAmbRes) PDC2021-121263-I00. Obtenido de Edafología Ambiental, Química y Tecnología Agrícola: <http://suelos.upct.es/es/node/227>
- Arámbula, T. (2005). PROBLEMÁTICA Y ALTERNATIVAS DE DESARROLLO DE LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS DE MÉXICO. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, vol. IV, núm. 2., 17-18.
- Bocco, G. (2005). temas sobre restauracion ecologica. En SEMARNAT. Mexico: Instituto Nacional de Ecologia .
- Cherrett, J. M. (1989). Ecological Concepts: The contribution of Ecology to an. Oxford, England, Boston.: Blackwell Scientific Publications ; Publishers' Business Service.
- CONABIO. (2008). Capital natural de Mexico vol. I : Conocimiento actual de la biodiversidad. . Mexico.
- CONABIO. (05 de 04 de 2023). Areas Protegidas. Obtenido de biodiversidad.gob.mx: <https://www.biodiversidad.gob.mx/region/areasprot>
- CONAGUA. (2020). MONITOR DE SEQUIA DE AMERICA DEL NORTE . CONAGUA .
- CONANP. (2008). ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA MADERAS DEL CARMEN.
- CONANP. (2 de febrero de 2022). SIMEC. Obtenido de <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=152®=4>
- CONANP. (2 de 2 de 2022). SIMEC. Obtenido de <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=152®=4>
- CONANP. (8 de Mayo de 2023). Áreas Naturales Protegidas. Obtenido de <https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226>
- CONANP. (3 de agosto de 2023). PROGRAMA DE MANEJO ÁREA DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES CUENCA ALIMENTADORA DEL DISTRITO NACIONAL DE RIEGO 004 DON MARTIN.

CONAZA. (2022). RESTAURACIÓN DE ZONAS ÁRIDAS Y SEMIARIDAS. SADER .

Garcia, C. a. (2004). EL RIESGO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS MINERO METALÚRGICOS DE LA SIERRA MINERA DE CARTAGENA - LA UNIÓN (MURCIA, ESPAÑA). Sangonera La Verde, Murcia. : III Congreso de la naturaleza de la Región de Murcia: gestión y conservación de ecosistema, flora y fauna.

Garcia, C. G. (2004). Impacto y riesgo ambiental de los residuos minero-metalúrgicos de la Sierra de Cartagena-La Unión (Murcia-España). España: Universidad Politécnica de Cartagena.

Leon, G. C. (1996). PRINCIPIOS, CONCEPTOS Y CONSIDERACIONES DE RESTAURACION ECOLOGICA. Revista Ciencia Forestal en Mexico , 4-6.

Maass, M. (2003). PRINCIPIOS GENERALES SOBRE MANEJO DE ECOSISTEMAS. Morelia, Michoacán: Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM, Campus Morelia. .

SEMARNAP. (1997). PROGRAMA DE MANEJO DEL AREA DE PROTECCION DE FLORA Y FAUNA MADERAS DEL CARMEN MEXICO . Tlacopac, México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología.

Toribio, M. M. (2018). La restauración de ecosistemas terrestres en México: Estado actual, necesidades y oportunidades. Bogor, Indonesia: CIFOR: Documentos Ocasionales 185.