



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN GEOGRAFÍA**

**TERRACEO PARA RESTAURACIÓN DE SUELOS Y  
ADAPTACIÓN A LA SEQUÍA EN LA RESERVA DE LA  
BIOSFERA MAPIMÍ**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN GEOGRAFÍA

**PRESENTA:**

JACQUELINE YARED CORTINA AGUILERA

Tutor: Dr. Gerardo H. Bocco Verdinelli  
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental

Cotutora: Dra. Esperanza Arnés Prieto  
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental



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.



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos.

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.

A mi familia y amigos por fortalecerme siempre.

A todas y todos los que me acompañaron en esta etapa y con quienes compartí grandes momentos.

Al Dr. Gerardo Bocco por creer en mí como estudiante, brindarme su valioso tiempo para dirigir esta investigación y apoyarme en todo momento.

A la Dra. Esperanza Arnés por toda su disposición, apoyo, observaciones y sugerencias que enriquecieron la presente.

Al Dr. Quetzalcóatl Orozco por sugerirme algunos cambios y con ello, mejorar la versión final.

Al personal académico y administrativo del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la Universidad Autónoma de México Campus Morelia por albergarme en sus aulas y contribuir con mi formación.

Igualmente, al Departamento de Geografía y Ciencias de la Tierra de la Universidad de Wisconsin-La Crosse especialmente al PhD John Kelly por hacer posible mi estancia académica, apoyarme en el análisis de las entrevistas y por todas las atenciones recibidas. Asimismo, al Dr. Pedro Urquijo (CIGA-UNAM) por apoyarme con la gestión.

Al director (M. en C. Cristino Villarreal) y guardaparques de la Reserva de la Biosfera Mapimí de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, quienes me compartieron su conocimiento, me brindaron su apoyo y respaldo.

A los rancheros y rancheras de las comunidades de la Reserva de la Biosfera Mapimí quienes me compartieron sus conocimientos y percepciones. Sin su participación no hubiera sido posible realizar esta investigación.

A Ivo García (consultor de Fuego Verde Sociedad Civil) quien además de ser un gran amigo, me compartió sus vivencias en la reserva.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por otorgarme la beca para financiar mis estudios de posgrado (CVU-843268). Al Dr. Gerardo Bocco por el apoyo económico para la estancia en campo, al Posgrado en Geografía por el financiamiento para prácticas escolares (PAEP) y al proyecto PAPIIT IN300819 por la beca de conclusión de tesis de maestría.



## Índice de contenido

Resumen.....	8
Abstract.....	9
Capítulo 1. Introducción.....	11
1.1 Preguntas de investigación.....	13
1.2 Objetivos.....	13
1.3 Estructura capitular.....	13
Capítulo 2. Marco teórico-conceptual .....	15
2.1 El paisaje y la geografía cultural.....	15
2.2 Paisajes frágiles .....	17
2.3 La región árida y semiárida del norte de México: paisaje frágil .....	17
2.4 Terraceo agrícola .....	19
2.5 Conocimiento y percepción sobre variabilidad climática .....	21
2.6 Áreas Naturales Protegidas.....	22
2.7 Reservas de la Biosfera.....	24
Capítulo 3. Área de estudio y metodología.....	27
3.1 Área de estudio .....	27
3.2 Enfoque de la investigación.....	40
3.3 Métodos y técnicas.....	41
Capítulo 4. Resultados.....	44
4.1 Bases, técnicas e instrumentos de gestión sobre el terraceo en la Reserva.....	44
4.2 Percepción y conocimiento de los involucrados en la estrategia de restauración de suelos y adaptación a la sequía en la RBM.....	56
Capítulo 5. Discusión.....	74
Conclusión.....	80
Bibliografía.....	83
Anexos.....	90
Anexo 1. Guion de entrevista para rancheros .....	90
Anexo 2. Guion de entrevista para guardaparques .....	92
Anexo 3. Guion de entrevista para el director de la RBM.....	93
Anexo 4. Guion de entrevista para consultores .....	94

## ***Índice de cuadros***

Cuadro 2-1. Casos de estudio sobre el terraceo. ....	20
Cuadro 2-2. Casos de estudio sobre el conocimiento y percepción de la variabilidad climática.....	22
Cuadro 3-1. Propiedad comunal en la Reserva de la Biósfera Mapimí. ....	27
Cuadro 3-2. Clases de cubierta vegetal y uso de suelo en la RBM.....	33
Cuadro 3-3. Población total de la RBM por localidad. ....	35
Cuadro 4-1. Fuentes de financiamiento del terraceo en la RBM. ....	49
Cuadro 4-2. Instrumentos de gestión con los que se vincula el terraceo en la RBM.....	51
Cuadro 4-3. Categorías y subcategorías del análisis de las entrevistas. ....	57
Cuadro 4-4. Percepción sobre cambios en el clima (patrón de lluvias y del calor).....	58
Cuadro 4-5. Percepción de los rancheros sobre el incremento de la temperatura. ....	59
Cuadro 4-6. Percepción de la temporalidad de lluvia en la reserva.....	59
Cuadro 4-7. Percepción sobre la intensidad de las precipitaciones. ....	60
Cuadro 4-8. Percepción de los rancheros sobre la predicción de ocurrencia de lluvia..	61
Cuadro 4-9. Percepción sobre los cambios en el entorno asociados a la sequía.....	62
Cuadro 4-10. Percepción sobre los cambios en el suelo por la sequía. ....	62
Cuadro 4-11. Percepción sobre la densidad de vacas en la reserva.....	64
Cuadro 4-12. Grupos de percepción sobre la definición de adaptación. ....	66
Cuadro 4-13. Percepción sobre las adaptaciones previas al terraceo en la reserva. ....	67
Cuadro 4-14. Comentarios sobre la falta de conocimiento, recursos y asesoría técnica previo al terraceo en la reserva. ....	67
Cuadro 4-15. Percepciones sobre las características de las áreas en donde se implementan los bordos semicirculares.....	68
Cuadro 4-16. Percepciones sobre la evaluación de los bordos semicirculares.....	70
Cuadro 4-17. Recomendaciones a la estrategia.....	71

## ***Índice de figuras***

Figura 3-1. Localización y zonificación de la Reserva de la Biósfera Mapimí.....	30
Figura 3-2. Precipitación media anual de dos estaciones en la RBM.....	32
Figura 3-3. Uso de suelo y vegetación de la Reserva de la Biósfera Mapimí.....	34
Figura 3-4. Ganadería de traspatio en el ejido La Flor. ....	37
Figura 4-1 Ganado en el presón de Laguna de Palomas. ....	44
Figura 4-2. Bordos de piedra acomodada y microcuencas en la RBM.....	45
Figura 4-3. Ubicación de las obras de la estrategia en la RBM.....	46
Figura 4-4. Diseño del bordo semicircular (FAO, 1997). ....	47
Figura 4-5. Bordo semicircular en terrenos del ejido La Flor. ....	48
Figura 4-6. Monitoreo de vegetación previo al establecimiento de los bordos. ....	50
Figura 4-7. Trazo de curvas a nivel y construcción de bordos semicirculares.....	50
Figura 4-8. Restos de ganado en la Reserva de la Biósfera Mapimí.....	58
Figura 4-9. Ganado en la Reserva de la Biósfera Mapimí.....	64
Figura 4-10. Sitio destinado a restauración en el ejido La Flor de Mapimí. ....	68
Figura 4-11. Beneficios percibidos en relación a los bordos semicirculares.....	69

## ***Acrónimos***

ANP	Áreas Naturales Protegidas
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
DOF	Diario Oficial de la Federación
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
RBM	Reserva de la Biosfera Mapimí
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

## **Resumen**

La adaptación a la variabilidad climática es un tema de interés global que ha sido abordado desde diversos enfoques. Las áreas naturales protegidas promueven acciones de manejo que, entre otros objetivos, buscan mejorar la capacidad de adaptación de sus habitantes. Tal es el caso de la Reserva de la Biosfera Mapimí, en el centro norte de México, donde la ganadería extensiva es la principal actividad que da sustento a los lugareños. La ganadería en esta zona árida se ve afectada por eventos de sequía asociados con el cambio climático, a través de sus impactos en los suelos y la cubierta vegetal de pastos. Por ello, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas promueve un tipo de terraceo, específicamente bordos semicirculares, como respuesta a la degradación de suelos y sequía.

Este trabajo analizó la adopción de los bordos semicirculares como una estrategia de restauración de suelos y adaptación a la sequía. A partir de un enfoque cualitativo, se realizaron 19 entrevistas semiestructuradas para documentar cómo los involucrados perciben los impactos de la sequía sobre la actividad ganadera y de qué forma participan en la estrategia. Del total de entrevistados, 14 son rancheros, uno es consultor de una organización no gubernamental y cuatro más son personal de la CONANP.

Los rancheros relacionan los eventos de sequía mayoritariamente con la mortandad de su ganado. Señalan que la temporada de lluvias se demora, y que éstas son más intensas, más breves y distribuidas de forma heterogénea en el territorio de la reserva. Esto repercute en la dinámica social, ya que los rancheros adecuan su vida diaria acorde a las necesidades del ganado, en específico, en el acarreo de agua y alimento. Además, los entrevistados perciben la degradación del suelo porque está desprovisto de vegetación y consideran que eso lo hace más susceptible a erosión y también, que propicia el establecimiento de plantas invasoras. Consideran que el terraceo es una práctica eficiente y reconocen 13 beneficios en relación a la práctica. Es así, que la implementación de la estrategia representa un esfuerzo por adaptarse a la sequía en el contexto de un paisaje frágil.

## ***Abstract***

Adaptation to climate change is a theme of global interest that has been addressed through diverse approaches. Natural protected areas promote management actions that, among other goals, seek to improve the adaptive capacity of inhabitants. An example is the Mapimí Biosphere Reserve, in north-central Mexico, where dispersed ranching is the principal activity sustaining local people. Ranching in this arid zone is affected by drought events associated with climate change, through its impacts on soils and pasture vegetation cover. Thus, the National Commission on Natural Protected Areas promotes a type of terracing (semi-circular berms, also called bunds or embankments) as an answer to soil degradation and drought.

This study analyzes the adoption of semicircular berms as a strategy for restoring soils and adapting to drought. Through a qualitative focus, 19 semi-structured interviews were conducted to document how those involved perceive the impacts of drought on ranching activity and in what way they participate in this strategy. 14 of the subjects are ranchers, one is a consultant for a non-government organization, and four are CONANP personnel.

The ranchers mainly relate drought events with the death tolls of their animals. They assert that the rainy season occurs later, and that rainfall is more intense, briefer, and distributed more heterogeneously across the reserve. This affects social dynamics, since ranchers adjust their daily life according to the needs of the animals, specifically water and food transport. In addition, they note soil degradation through erosion, and that invasive plants are establishing themselves. They consider terracing as an efficient practice, recognizing 13 benefits related to it. Thus, the implementation of this strategy represents an effort to adapt to drought in the context of a fragile landscape.

# Capítulo 1.



## **Capítulo 1. Introducción**

La sequía, entendida como la variación en cantidad y ocurrencia de precipitación por debajo de lo normal, se acentúa por el calentamiento global (Austria *et al.* 2012; IPCC, 2014; Magaña *et al.* 2018). Se prevé que en las regiones semiáridas del mundo se extiendan los periodos de sequía (IPCC, 2014). Las áreas desérticas y semidesérticas del norte de México, como consecuencia de la variabilidad de la precipitación en climas áridos, resultan aún más vulnerables a la ocurrencia de sequía porque sus excedentes de humedad son poco significativos (Aguirre y Negrete, 2017). Ello impacta a los ecosistemas, agudiza la pobreza de las comunidades campesinas y amenaza la seguridad alimentaria (Altieri y Koohafkan, 2008; Dudley *et al.* 2010; Austria-Martínez *et al.* 2012., Bocco *et al.* 2019).

El sistema federal de áreas naturales protegidas en México dispone de instrumentos de gestión a nivel local de sus recursos naturales. Así, implementan proyectos de adaptación a variabilidad climática considerando valores culturales y sociales de los habitantes de las mismas (Dudley *et al.* 2010; Watson *et al.* 2014; CONANP, 2015a). En particular, las Reserva de la Biosfera, que se enmarcan en el Programa sobre el Hombre y la Biosfera de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (MaB-UNESCO), proponen la inclusión del conocimiento local para la atención de problemas derivados del cambio climático para conciliar la conservación de ecosistemas y el desarrollo (UNESCO, 2017). Tal es el caso de la Reserva de la Biosfera Mapimí (RBM), localizada en el Desierto Chihuahuense en el centro norte de México.

Las condiciones naturales en la RBM, tales como la baja precipitación pluvial y consecuente escasez de agua, en combinación con la presencia de suelos salinos y extensas áreas de matorral y pastizal halófito, propician que la única actividad redituable sea la ganadería extensiva, de la que dependen sus habitantes (CONANP, 2006). La ganadería es una actividad amenazada por eventos de sequía, pero también genera impacto en el suelo por el pastoreo excesivo ejerciendo una presión directa sobre los ecosistemas de la reserva (Kaus, 1993; CONANP, 2006; Ramírez-Carballo *et al.* 2001; CONANP, 2014b). Por ello, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

(CONANP) desde el año 2002 realiza un esfuerzo conjunto con las comunidades de la reserva para construir un tipo de terraceo (bordes semicirculares) como una medida para restaurar los suelos y fortalecer la adaptación de los pequeños productores a la sequía (CONANP, 2014b).

El terraceo es una práctica que surgió del conocimiento tradicional ambiental para enfrentar los impactos de la variabilidad climática sobre la agricultura de temporal. Una de las dimensiones del conocimiento tradicional o local se relaciona con la conservación de suelos y agua (Bocco y Winklerprins, 2015). Es decir, el terraceo resulta de la percepción que tienen los individuos sobre su espacio (Donkin, 1979; Kendall, 2008; Altieri y Nicholls, 2009; Bocco y Napoletano, 2017). La percepción campesina en el marco de la adaptación a variabilidad climática ya ha sido abordada en entornos muy inestables y frágiles, vulnerables a la degradación por la agricultura y la ganadería (Denevan, 1989; Doolittle, 1989; Perramond, 2010). El conocimiento local sobre el manejo de los recursos es reconocido como un aporte fundamental en la atención de este tipo de problemas desde hace décadas (Bocco, 1991; Kendall, 2008; Altieri y Nicholls, 2009; Bocco y Napoletano, 2017). En este sentido, existen estudios sobre la percepción de los impactos de la sequía en áreas naturales protegidas (Solís y Salvatierra, 2013; López-García y Manzano, 2016; Barrasa, 2017) pero se requiere más investigación para comprender el potencial adaptativo de los campesinos en relación con la ganadería extensiva y su vulnerabilidad a la sequía en estos espacios (Fernández, 2008; Perramond, 2010; Knutson *et al.* 2011; Olmos *et al.* 2013).

Con estos antecedentes, es importante documentar las percepciones acerca de los impactos de degradación asociados a la sequía por parte de los rancheros en la RBM. En particular, como una herramienta potencial para fortalecer instrumentos de gestión y programas encaminados a la adaptación a condiciones adversas, y para garantizar que la gestión del agua, en tiempos de escasez, tenga mayor éxito (Velasco *et al.* 2005; Knutson *et al.* 2011).

## 1.1 Preguntas de investigación

La pregunta general de investigación es ¿Cuál es la pertinencia del uso del terraceo como una estrategia de adaptación a sequía y restauración de suelos en la Reserva de la Biósfera Mapimí? De esta, se derivan tres particulares: (1) ¿A partir de qué bases conceptuales e instrumentos de gestión la dirección de la reserva formula y promueve el terraceo?, (2) ¿Cuál es la percepción de los involucrados en relación con la degradación del suelo y el impacto de la sequía sobre la actividad ganadera, así como su conocimiento sobre terraceo y otras formas de gestión adaptativa? y (3) ¿Cómo están organizados los involucrados para desarrollar el terraceo?

## 1.2 Objetivos

El objetivo general de la investigación es **analizar el terraceo como estrategia de restauración de suelos y adaptación a la sequía en la Reserva de la Biósfera Mapimí**. Para ello, se plantean dos objetivos particulares: (1) identificar sobre qué bases conceptuales, técnicas e instrumentos de gestión se estableció la relación entre la dirección de la reserva y los habitantes del área natural protegida para desarrollar el terraceo (2) documentar cómo los involucrados en dicha estrategia perciben, se organizan, y responden ante los impactos de la sequía en la actividad ganadera.

## 1.3 Estructura capitular

El documento comprende cinco capítulos. En el Capítulo 1 se introduce al lector en la investigación, se definen las preguntas y los objetivos. El Capítulo 2 integra el marco teórico-conceptual. El Capítulo 3 describe el área de estudio y la metodología, en términos del enfoque de la investigación, los métodos y técnicas utilizados. Los resultados de la investigación se presentan en el Capítulo 4, el cuál comprende una revisión documental de las bases, técnicas e instrumentos que se vinculan con la estrategia del terraceo; después se aborda la percepción de los involucrados en la misma. Por último, en el Capítulo 5 se incluye la discusión de los resultados obtenidos y se presentan las conclusiones de la investigación.

# Capítulo 2.



## **Capítulo 2. Marco teórico-conceptual**

El objeto de estudio de la geografía es el espacio (Bocco y Urquijo, 2013). En el espacio existen elementos, procesos y fenómenos físicos y sociales asociados al ambiente (Carton *et al.*, 2011). Las formas en las que los individuos perciben y enfrentan los efectos de la variabilidad climática se enmarcan en la tradición geográfica “sociedad-naturaleza”, reconocida desde hace décadas (Pattison, 1964; Turner, 2015). En dicho contexto, el uso y la conservación de los recursos naturales cobra importancia, y la geografía ofrece un enfoque holístico que aporta lineamientos teóricos importantes para tales fines (Carton *et al.*, 2011).

### **2.1 El paisaje y la geografía cultural**

El paisaje es una categoría de aproximación geográfica útil para la planeación y manejo de los ecosistemas y los recursos naturales que éstos albergan (Carton *et al.*, 2011). De acuerdo con Urquijo y Barrera-Bassols (2009), el paisaje es la unidad espacio-temporal donde los elementos de la naturaleza y la cultura convergen en una sólida pero inestable comunión. En los espacios rurales, el ser humano se encuentra en cotidiana interacción con sus paisajes; ello ha determinado, por ejemplo, el desarrollo de estrategias para modificar el relieve, construir canales de irrigación, sembrar cultivos en ladera, entre otras prácticas de adaptación cultural acorde a las condiciones particulares espacio-temporales. En ese marco, la perspectiva paisajística implica una operación cognitiva, el sujeto observador percibe con sus sentidos lo que se le vislumbra y poco a poco hace un recorte del medio, como una especie de polígono mental.

El paisaje puede ser estudiado desde varias perspectivas. La geografía cultural constituye una forma de estudiar el espacio vinculada con la tradición sociedad-naturaleza antes mencionada (Pattison, 1964; Turner, 2015). Más que un área de conocimiento, la geografía cultural es una posición desde la cual el investigador/a observa el espacio, reconoce que se trata de una realidad compleja, y que todo espacio es producto de los fenómenos de la naturaleza y de su construcción social (Fernández-Christlieb, 2006).

Los antecedentes de la geografía cultural actual se dieron a partir de la publicación de “La morfología del paisaje” de Carl Sauer en 1925 que además de proponer una descripción morfológica, planteaba describir rasgos específicos derivados de la actividad humana en el paisaje. Sauer y la “escuela de Berkeley” produjeron una gran cantidad de trabajos centrados en el uso humano y su impacto en la Tierra (Fernández- Christlieb, 2006; Bocco y Urquijo, 2013; Turner, 2015).

En la década de 1970, las investigaciones sociedad-naturaleza incrementaron de manera significativa prosperando en subcampos emergentes. La percepción ambiental y la geografía del comportamiento surgieron como subcampos complementarios para analizar cuestiones sobre la experiencia humano-ambiental en relación al peligro ambiental (sequías, erupciones volcánicas, etc.), así como del uso de los recursos naturales en general (Turner, 2015).

A finales de los años ochenta, los estudios culturales tomaron dos rumbos principales: la “geografía cultural tradicional” que se enfocó en la relación entre sociedades y la transformación histórica de sus paisajes, y la “nueva geografía cultural” que se centró en el análisis de los símbolos y significados culturales que las personas imprimen en sus *lugares*, entendidos como unidades espaciales de máximo valor humano (Fernández-Christlieb, 2006).

De acuerdo con Fernández-Christlieb (2006), la “nueva geografía cultural” sugiere que los especialistas ya no se limiten a describir los elementos antrópicos del paisaje, sino que también comprendan el significado de lo representado por los individuos y el modo en que perciben su ambiente. Este esfuerzo se denominó “el giro cultural de la geografía”, ello no supone que la cultura se haya convertido en moda para los geógrafos, sino que la cultura permite entender de mejor manera la construcción social del espacio. La geografía cultural es útil para estudiar la adaptación a la variabilidad climática en paisajes frágiles, ya que ayuda a comprender los procesos de toma de decisiones que involucran a la adaptación como respuesta a un cambio en el entorno (Denevan, 1983; Fernández-Christlieb, 2006).

## **2.2 Paisajes frágiles**

De acuerdo con Denevan (1989) un paisaje es frágil cuando está expuesto al deterioro significativo principalmente por los sistemas de uso agrícola, silvícola y pastoral. Este autor realizó una clasificación simple de tierras frágiles basada en la pendiente, el clima y la vegetación; sugiere que una gran parte de América Latina está excesivamente seca y sujeta a inundaciones o con pendientes pronunciadas. Por ello se desarrollaron técnicas tradicionales desde la época Precolombina como las terrazas, canales de riego y campos elevados. Asimismo, destacó que las actitudes de las personas hacia las tierras frágiles dependen de sus percepciones, que varían cultural e individualmente a través del tiempo. También, enfatizó la importancia de la capacidad de carga, estableciendo que los paisajes frágiles tienen menores capacidades de carga porque son muy susceptibles y se caracterizan por tener alto grado de riesgo ambiental.

## **2.3 La región árida y semiárida del norte de México: paisaje frágil**

La región árida y semiárida del norte de México es uno de los paisajes más frágiles del país. Principalmente, porque el déficit de humedad (al menos un mes sin lluvia y precipitaciones anuales por debajo de los 1000 mm) limita el crecimiento de la vegetación y propicia que la tierra esté expuesta a la erosión (Doolittle, 1989; Altieri y Koohafkan, 2008).

En dicha región, se presentan condiciones severas de sequía que prevalecen hasta fines de primavera y una sequía más moderada ocurre en el otoño. No obstante, la lluvia de invierno es mucho menor que la de verano, pero su efectividad es mayor porque se reduce la evapotranspiración. Mientras que, la lluvia de verano, como en la mayoría de las regiones áridas y semiáridas, está marcada por variaciones temporales y espaciales muy importantes (Doolittle, 1989).

La sequía es un fenómeno recurrente que, a diferencia de otros, inicia de forma lenta, no tiene epicentro ni trayectoria definida y sus consecuencias prevalecen durante años (Wilhite y Glantz, 1985; Ortega-Gaucin y Velasco, 2013). En ese marco, las proyecciones sobre variabilidad climática suponen que el incremento de temperatura en México de

aproximadamente 0.3°C, contribuirá a que en la región semiárida se prolonguen los periodos de sequía (Austria *et al.* 2012). Estas condiciones pueden limitar los medios de vida de comunidades rurales en entornos frágiles.

La ganadería extensiva es una actividad que se practica desde el Siglo XVI en las zonas áridas y semiáridas del norte de México (Barral y Hernández, 1992; Manzano *et al.* 2000). El pastoreo es una forma de obtener ganancias en una región que no ofrece muchas alternativas productivas. Pero, el sobrepastoreo y el pisoteo del ganado compacta el suelo lo que provoca un aumento de la escorrentía y con ello, la erosión de este; lo que exagera su degradación (Manzano *et al.* 2000; Perramond, 2010).

En este sentido, el manejo de paisajes frágiles se vincula con las prácticas de conservación de suelos y agua para el ejercicio de actividades de sustento, especialmente en áreas frecuentemente afectadas por sequías (Altieri y Koohafkan, 2008; Bocco y Winklerprins, 2015). Las obras de conservación de suelo y agua como conocimiento empírico se remontan a varios milenios de antigüedad. Existen vestigios de obras de este tipo en diversas partes del mundo, por ejemplo, en la Mixteca Alta oaxaqueña la agricultura en terrazas se ha practicado al menos desde 3400 a 3500 años antes del presente (Leigh *et al.*, 2013) o como las obras de captación de agua en zonas de inundación en Arizona y el noroeste de Nuevo México durante los últimos 1000 años (Altieri y Koohafkan, 2008). De igual manera, estas prácticas han sido adoptadas desde un contexto de promoción por parte de organizaciones, tal es el caso de la Agencia Federal de Conservación de Suelos de Estados Unidos (SCS) que promovió, entre otras prácticas, el arado de contorno (*contour plowing*) para proteger a los cultivos de lluvias intensas que, a su vez, erosionaban el suelo, con estudios pioneros en Coon Valley, Wisconsin en la década de 1930 (Anderson, 2002; CCA, 2020). Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en 1997 publicó un Manual de Captación de Agua de Lluvia para promover la adopción de estas obras en zonas áridas y semiáridas basándose en la experiencia de prácticas tradicionales (FAO, 1997). Estas experiencias de promoción coinciden en que las

comunidades deben involucrarse en la adopción de las prácticas y que la actividad agropecuaria debe ser considerada como parte de la solución.

## **2.4 Terraceo agrícola**

El terraceo es una práctica agrícola que resulta del conocimiento y la percepción de los individuos sobre su entorno (Foster, 2005; Bocco y Napoletano, 2017; Bocco, 2019). Consiste en establecer terraplenes perpendiculares a la pendiente o de forma transversal a una corriente de agua con el propósito de acumular humedad, disminuir la erosión por escorrentía y propiciar las condiciones para el establecimiento de cultivos (Wilken 1987., Becerra, 1999., Whitmore y Turner, 2001; Foster, 2005; Bocco, 2019a).

Las terrazas se han utilizado a lo largo de milenios en ambientes contrastantes, por ello, reciben nombres diferentes. En América Latina, las terrazas suelen adoptarse en paisajes frágiles (Bocco, 1991; Rivas et al. 2008; Altieri y Nicholls, 2009; Pérez-Sánchez y Juan-Pérez., 2013; Bocco *et al.* 2019).

El trabajo más completo sobre el terraceo en el continente americano es el de Donkin (1979), quien delimitó la distribución geográfica de las terrazas desde un enfoque ambiental y sociocultural. En América del Norte, la zona de antiguas terrazas se extiende desde el suroeste de Colorado (36°N) hasta la Sierra Madre Occidental de México (entre Sonora y Chihuahua). En Mesoamérica existen registros para el Valle de México, Oaxaca y Chiapas y pocos al sur-occidente de Guatemala. En Centroamérica, algunos registros en Panamá y Sierra de Nevada de Santa Marta (Norte de Colombia). Hasta llegar a los Andes, donde la distribución es extensa pero no continua, desde Venezuela hasta el norte de Chile y hacia el noroeste de Argentina (32°S). El 95% de la superficie de distribución de terrazas se encuentra en regiones de clima desérticos, esteparios y subhúmedos. Aproximadamente, el 85% experimenta una estación seca de cinco meses o más y tiene una precipitación promedio de 900 mm o menos (Donkin, 1979, 22).

En 1980, el estudio del papel de las terrazas agrícolas se incrementó, especialmente en América Latina. Aumentó el interés académico sobre el manejo de laderas basado en el

conocimiento tradicional, a partir de reconocer la falta de eficiencia en las obras de conservación de suelo y agua basado sólo en el conocimiento científico (Bocco y Napoletano, 2017., Bocco, 2019).

Algunos casos de estudio demuestran que, en respuesta a la variabilidad climática y sus efectos, los campesinos han desarrollado prácticas de conservación de suelo y agua para controlar la erosión y favorecer el manejo de precipitaciones para el desarrollo de cultivos de temporal (Ver Cuadro 2-1). De acuerdo con Altieri y Koohafkan (2008), la diversidad de estas prácticas, el conocimiento y la creatividad inventiva de los agricultores son activos de gran valor para resolver los problemas que afectan a la agricultura de temporal en la actualidad.

Cuadro 2-1. Casos de estudio sobre el terraceo.

<b>Localización del estudio de caso</b>	<b>Contexto del terraceo</b>	<b>Referencia</b>
Sierra Madre Occidental en Sonora y Chihuahua, Norte de México	Las <i>trincheras</i> controlan la erosión en distintas áreas de la Sierra Madre Occidental donde el pastoreo excesivo ha degradado el suelo.	Howard y Griffiths, 1966.
Tapaxco, Estado de México	Los <i>retranques</i> son una práctica que redirigen los sedimentos hacia un área de depósito para controlar la erosión por escurrimiento superficial.	Bocco, 1991
San Miguel Tulancingo, Oaxaca	Las <i>jollas</i> se construyen en las barrancas con la finalidad de crear tierras cultivables para el maíz.	Rivas <i>et al.</i> 2008
Valle del Mezquital, Hidalgo	Los <i>atajadizos</i> son un tipo de bordos para almacenar el agua de lluvia y concentrar los sedimentos. Colocan piedras y magueyes para controlar la erosión.	Altieri y Nicholls, 2009
Valle de Toluca, Altiplano Central Mexicano	Las <i>terrazas</i> son esenciales para el manejo de precipitación, especialmente en comunidades donde no existe infraestructura para riego.	Pérez-Sánchez y Juan-Pérez., 2013.
Geoparque de la Mixteca Alta, Oaxaca	El <i>cajeteo</i> en terrazas agrícolas de cauce es una práctica para aumentar la disponibilidad de humedad residual al cultivo de maíz.	Bocco <i>et al.</i> 2019

La posibilidad de que las terrazas conserven suelo y agua en zonas de fragilidad ambiental, las coloca como una práctica útil para la adaptación de comunidades rurales al cambio climático. Tal es el caso de la adopción de los bordos semicirculares en la Reserva de la Biósfera Mapimí, que son un tipo de terraceo en forma de semicírculo

escalonado (Camacho, 2016; López-Pardo, 2019). Los antecedentes de esta práctica como estrategia de restauración de suelos y adaptación a la sequía, así como sus especificaciones técnicas y la percepción de quienes la han adoptado serán desarrollados en el Capítulo 4.

El esfuerzo para adoptar el terraceo se centra en los recursos materiales y humanos. En gran medida, el éxito y persistencia del terraceo puede atribuirse a un proceso *bottom-up*, es decir, de abajo hacia arriba, en el que se toman las decisiones de manera conjunta y se antepone la percepción campesina, en términos de sus demandas, experiencias y expectativas (Bocco y Napoletano, 2017; Bocco, 2019).

La práctica del terraceo refleja la experiencia acumulada y el conocimiento de los campesinos en relación a su entorno, su capacidad creativa y experimental, así como del manejo de recursos al alcance de sus posibilidades. Altieri y Koohafkan (2008, p.14) sugieren que “existe una necesidad de reevaluar el conocimiento local como una fuente clave de información sobre la capacidad de adaptación centrada en las capacidades selectivas, experimentales y resilientes de los agricultores para hacer frente al cambio climático”.

Es así, que el conocimiento y la percepción campesina deben considerarse en la planificación, organización y ejecución de esquemas de conservación y de adaptación al cambio climático, ya que ello mejora la posibilidad de desarrollar estrategias autosuficientes (Bocco, 1991; Altieri y Koohafkan, 2008; Altieri y Nicholls, 2009; Bocco, 2019).

## **2.5 Conocimiento y percepción sobre variabilidad climática**

La implementación exitosa de cualquier estrategia de adaptación al cambio climático depende del nivel de sensibilidad y comprensión de quienes la adoptarán (Arnés *et al.* 2018). Los campesinos son actores clave, ya que tienen necesidades y requerimientos específicos; además poseen conocimiento invaluable sobre los cultivos, suelos, lluvias y

todo lo relacionado con sus actividades productivas (Altieri y Koohafkan, 2008; Olmos *et al.* 2013).

Estudiar las percepciones sobre la variabilidad climática es un tema de creciente interés (Retamal *et al.* 2011). Los estudios de conocimiento y percepción se han focalizado en comunidades rurales proclives al cambio climático, la mayoría de estos proponen como técnica de investigación a la entrevista semi-estructurada. Todos documentan que los habitantes perciben el retraso en la temporada de lluvias y el cambio en el patrón de las mismas, así como el incremento de la temperatura y la intensidad del calor en las últimas décadas (Cuadro 2-2).

Cuadro 2-2. Casos de estudio sobre el conocimiento y percepción de la variabilidad climática.

<b>Localización del estudio de caso</b>	<b>Principales hallazgos</b>	<b>Referencia</b>
Comunidades de siete Áreas Naturales Protegidas de Baja California Sur, México	Perciben cambios en la intensidad y frecuencia de lluvias que reduce la disponibilidad de agua y afecta la ganadería, la pesca y actividades recreativas.	Olmos <i>et al.</i> 2013
Comunidades campesinas de la Reserva de la Biósfera La Encrucijada, Chiapas, México	Existe una percepción general con respecto a que en la actualidad hace más calor que hace décadas, y que el patrón de lluvias y de inundaciones ha cambiado por alteraciones asociadas al cambio de uso de suelo y del curso de los ríos.	Barrasa, 2017
Localidades del Valle de Galeana, Nuevo León, México	La percepción sobre la disminución de las precipitaciones en los últimos años coincide con registros meteorológicos. La sequía afecta la agricultura de temporal. El calor ha propiciado incendios en la región y el cambio en los horarios de trabajo.	López-García y Manzano, 2016
Asentamientos rurales indígenas en una Área Destinada Voluntariamente a Conservación en Oaxaca y Chiapas, México	Los entrevistados perciben que, en época de estiaje, el calor es más intenso y el nivel del agua en los ríos disminuye más de lo normal. Además, han tenido que modificar las fechas de siembra del maíz por el retraso en la temporada de lluvias.	Solís y Salvatierra, 2013

## 2.6 Áreas Naturales Protegidas

El concepto Área Natural Protegida en el contexto global ha sido definido en 2008 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés)

como: “Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y administrado, a través de medios legales u otros medios efectivos, para lograr la conservación a largo plazo de la naturaleza con los servicios del ecosistema asociados y los valores culturales asociados” (IUCN, 2008, p. 3).

En México las ANP se definen como zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del hombre, y han quedado sujetas al régimen de protección (DOF, 1988). La CONANP es un órgano desconcentrado de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) que tiene como misión conservar el patrimonio natural de México a través de las Áreas Naturales Protegidas. Esta institución promueve prácticas agrícolas sustentables, compatibles con la conservación de los recursos naturales al interior de las ANP.

Actualmente, la CONANP administra 182 áreas protegidas federales que representan una superficie total de 90,839,521.55 hectáreas (12.1% del territorio nacional), 21, 380, 744 ha son superficie terrestre y de aguas continentales y 69,458,748 ha corresponden a superficie marina (22.05% del territorio nacional) (CONANP, 2017, 2018). Las ANP son categorizadas con respecto al manejo. Se han determinado seis categorías de ANP federales: reserva de la biósfera, parque nacional, monumento natural, área de protección de recursos naturales, área de protección de flora y fauna, y santuarios (CONANP, 2017).

Desde las áreas protegidas, se promueven acciones para hacer frente a eventos relacionados con la variabilidad climática (CONANP, 2014a; Dudley *et al.*, 2010). El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) indica que estos espacios son esenciales para mitigar y adaptarse al cambio climático, ya que es posible gestionar proyectos a escala local respetando los valores culturales y formas de vida de los habitantes de las mismas. Cuentan con planes de manejo que respaldan la toma de decisiones para afrontar extremos climáticos tales como las sequías.

Algunas de las acciones promovidas por las ANP para hacer frente a estos extremos han sido la reducción del pastoreo y pisoteo particularmente en pastizales y bosques secos, así como el mantenimiento de vegetación resistente a esta condición (Dudley *et al.*, 2010).

## **2.7 Reservas de la Biosfera**

En México, existen 42 sitios que pertenecen a la Red Mundial de Reservas de la Biosfera de la UNESCO. Dicha categoría corresponde a áreas biogeográficas relevantes a nivel nacional, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados y restaurados, en los cuales habiten especies representativas de la biodiversidad nacional, incluyendo a las consideradas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción (DOF, 2013). De acuerdo con Halffter (2011), las reservas de la biósfera representan una alternativa que contempla los requerimientos de la conservación de la biodiversidad pero que no evade la realidad socioeconómica.

La UNESCO propuso el concepto de reserva de la biósfera en 1974. Entonces, la visión sobre estas ANP se limitaba a establecer una red internacional de áreas protegidas que conservarían el germoplasma bajo un enfoque ecosistémico y con fines de investigación científica (Halffter, 2011). Es en 1976 cuando se crea la Red Mundial de Reservas de la Biosfera del Programa sobre el Hombre y la Biósfera (MaB-UNESCO), pero no es hasta 1983 que surge la “modalidad mexicana” que señala la importancia de la participación local y regional para su gestión.

Al hilo de los compromisos adoptados por los Estados en la Cumbre de Río en 1992 sobre la armonización del medio ambiente con el desarrollo humano, en marzo de 1996, se aprueba la Estrategia Sevilla. En el documento “Reservas de biosfera: La Estrategia de Sevilla y El Marco Estatutario de la Red Mundial” (UNESCO, 1996) se establece que las reservas deben cumplir con tres funciones complementarias. En primer lugar, la conservación de recursos genéticos, especies, ecosistemas y paisajes. En segundo lugar, la función de desarrollo que se refiere a promover el desarrollo sostenible.

Finalmente, una función de apoyo logístico para dar respaldo a actividades de interés local, nacional y mundial encaminadas a la conservación y el desarrollo sostenible.

Cada reserva de la biosfera debe reconocer una zonificación<sup>1</sup> o delimitación espacial: una o más zonas núcleo, una zona de amortiguamiento que por lo general rodea la zona núcleo o colinda con ella, y una de transición (UNESCO, 1996), en contacto con el exterior a modo de zona búfer. Hasta el año 2020, han sido registradas 701 reservas de la biosfera distribuidas en 124 países, de las cuales 21 son transfronterizas (UNESCO,2019).

---

<sup>1</sup> La zonificación y subzonificación de las reservas de la biosfera en México se determina con base en las características y estado de conservación de los ecosistemas, especies o fenómenos naturales que se pretende proteger; aspectos socioeconómicos desde el punto de vista ambiental y, usos y aprovechamientos actuales y potenciales de los recursos naturales (DOF, 2014).

# Capítulo 3.



### Capítulo 3. Área de estudio y metodología

A continuación, se describe el área de estudio y se expone la aproximación metodológica de la investigación en términos del enfoque adoptado, métodos y técnicas.

#### 3.1 Área de estudio

La Reserva de la Biósfera Mapimí (RBM), designada como tal en 1977, fue junto con la RB de Michilía la primera reserva de la biosfera declarada en México (UNESCO, 1978). Se localiza en el centro norte de México<sup>2</sup>, en los municipios de Mapimí (43 km<sup>2</sup>) y Tlahualilo (2,160 km<sup>2</sup>), en el estado de Durango; Jiménez (376 km<sup>2</sup>), en el estado de Chihuahua, y Sierra Mojada en Coahuila (844 km<sup>2</sup>) (Figura 3-1) (CONANP,2019).

Es una de las 17 áreas protegidas de la Región Noreste y Sierra Madre Oriental que administra la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP,2019) desde el año 2000 y tiene una superficie total de 342,388 ha (DOF, 2000).

La tenencia de la tierra es 91% ejidal (Cuadro 3-1) y 9% pequeña propiedad. La propiedad privada está integrada por el Rancho San Ignacio (20,300 ha), el Rancho San Felipe (11,600 ha), el Rancho Guadalupe (4,000 ha) y el Rancho Loma Alta (4,500 ha) (CONANP, 2006).

Cuadro 3-1. Propiedad comunal en la Reserva de la Biósfera Mapimí.

Entidad federativa	Municipio	Nombre comunidad/ejido	Extensión (hectáreas)
Chihuahua	Jiménez	La Soledad	29,375
		Laguna de Palomas	21,875
Coahuila	Sierra Mojada	Colonia Ganadera Constitución	24,280
		Vicente Guerrero	11,400
		Nuevo Centro de Población Ejidal (N.C.P.E.) El Cedral	15,900
		Nuevo Centro de Población Ejidal (N.C.P.E.) Nuevo Huitrón	12,500

<sup>2</sup> Existen tres accesos a la reserva. El principal es por un camino de terracería que conecta los límites del oeste del polígono del área protegida con la carretera federal libre No. 49 (Gómez Palacio-Jiménez), a pocos kilómetros de la ciudad de Ceballos.

		Santa María de Mohóvano	14,375
Durango	Tlahualilo	Nuevo Centro de Población Ejidal (N.C.P.E.) Tlahualilo	151,500
	Mapimí	San José de los Álamos	6,875
		La Flor	22,500
		San Ignacio del Yermo	7,000

Fuente: CONANP, 2006.

En los años setenta, los propietarios del Rancho San Ignacio donaron 20 ha para la construcción del Laboratorio del Desierto a cargo del Instituto de Ecología A.C. En 2005, el ejido La Flor donó 5 ha para construir “La Casa del Guardaparque” de la CONANP (López *et al.* 2010). Desde entonces, los guardaparques realizan estancias semanales para desarrollar actividades del manejo del área protegida ya que sus oficinas se localizan en el edificio del Palacio Federal en la ciudad de Torreón, Coahuila (aproximadamente a 153 km de la reserva).

### **Zonificación de la reserva**

La zonificación de la RBM (Figura 3-1) se compone de dos zonas: zona núcleo y zona de amortiguamiento, las cuales se delimitaron con base en los fundamentos estipulados en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de áreas naturales protegidas (DOF, 2014) y en el decreto de la Reserva de la Biosfera Mapimí, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre del 2000 (CONANP, 2006).

La zona núcleo tiene por objeto preservar los ecosistemas a mediano y largo plazo; se compone de dos polígonos: Zona Núcleo Uno Dunas de la Soledad y Zona Núcleo Dos Sierra La Campana, las cuales suman un total de 28,532-34-96.77 ha; a su vez se integran por la subzona de protección y de uso restringido (CONANP, 2006).

La zona de amortiguamiento suma un total de 313,855-64-20.45 ha y tiene como función orientar las actividades de aprovechamiento que se realizan en la reserva hacia el desarrollo sustentable y la conservación a largo plazo de los ecosistemas contenidos en ella.

En la zona de amortiguamiento se establecieron cuatro subzonas: (1) de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales I, II, III y IV, (2) de aprovechamiento especial, (3) de uso público y (4) de asentamientos humanos. En estas se pueden realizar actividades productivas emprendidas por las comunidades o con su participación mientras sean compatibles con los objetivos, criterios y programas de aprovechamiento sustentable y con la vocación de los terrenos en los términos del decreto y del programa de conservación y manejo (CONANP, 2006).

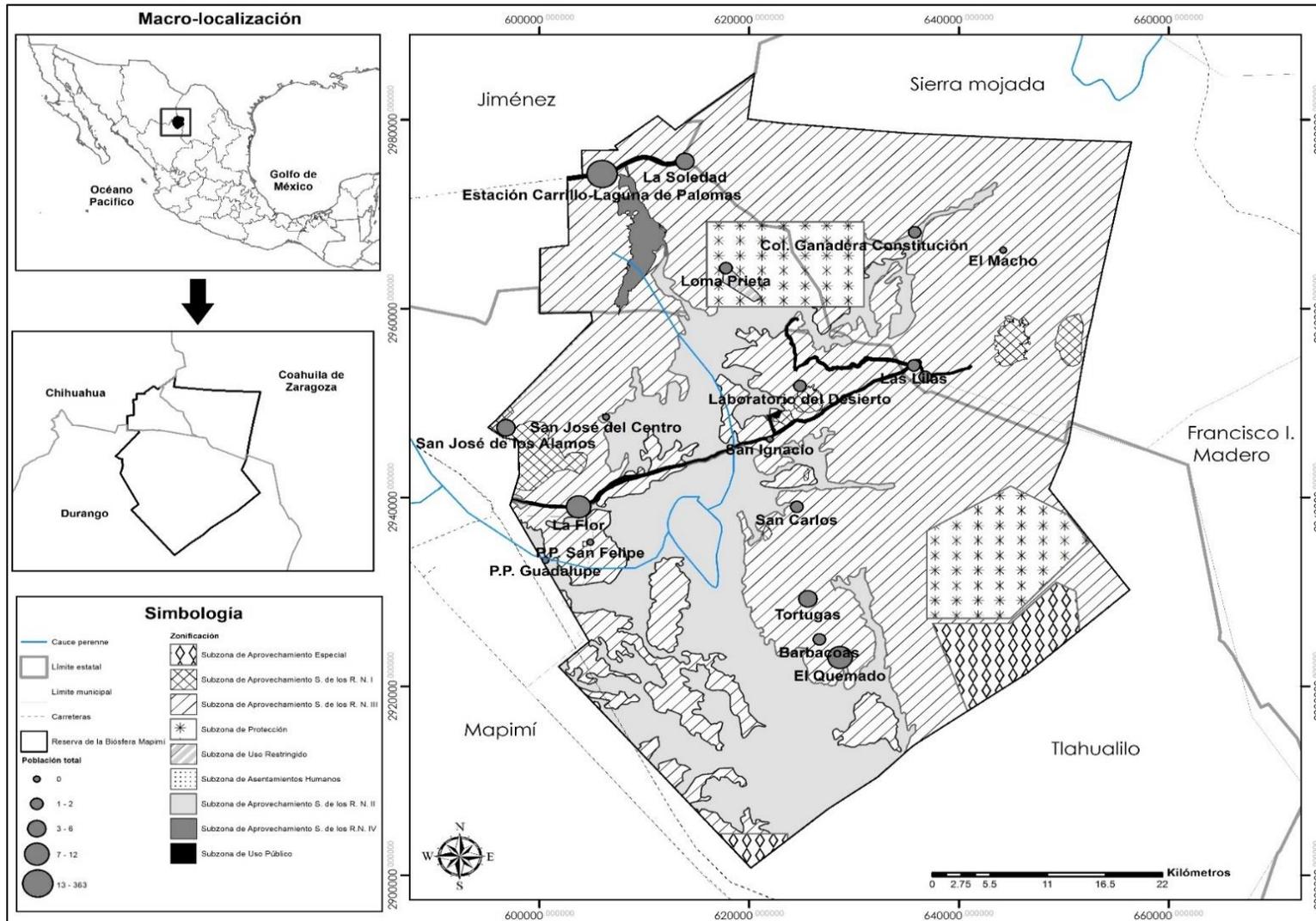


Figura 3-1. Localización y zonificación de la Reserva de la Biósfera Mapimí. Fuente: elaboración propia.

### **Características biofísicas**

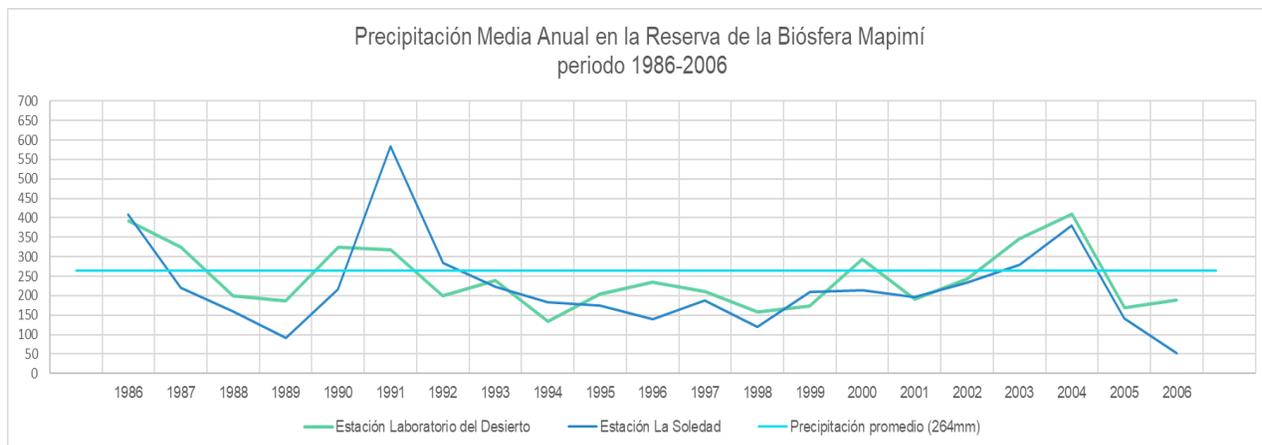
El clima corresponde al tipo BWhw(e), muy árido, semicálido, con lluvias de verano y de amplitud térmica extrema. Los días con heladas son relativamente frecuentes durante la temporada invernal. La temperatura media anual es de 20.8°C; la precipitación media anual es de 264 mm y la evaporación anual promedio es de 2,504 mm. Estas condiciones determinan la presencia de corrientes hidrológicas intermitentes y de dos cuerpos de agua temporales: Laguna de Palomas y Laguna del Rey (García, 1973; CONANP, 2006; López *et al.* 2010). Es relevante mencionar que el polígono de la RBM se sitúa sobre dos Regiones Hidrológicas<sup>3</sup>: Mapimí y Nazas Aguanaval de claves 35 y 36 respectivamente (CONAGUA, 2020).

Los valores de precipitación y temperatura para el periodo 1986-2006 de dos estaciones climatológicas, localizadas en los límites de la reserva: Laboratorio del Desierto, Tlahualilo y La Soledad, Jiménez de claves 10164 y 8350 respectivamente, muestran que las lluvias se concentran en los meses de junio a septiembre. La temperatura promedio se registró entre 19.8 y 22 °C. Sin embargo, en algunos años, la precipitación de los meses de junio a septiembre resultó ser mínima o nula.

Durante el periodo 1993-1999, se registraron valores por debajo del promedio (264 mm). Mientras que, en los años 1991 y 2004 se reportaron valores por encima de los 300 mm. En La Soledad, Jiménez, Chihuahua el promedio anual de precipitación para el año 1991 fue de 583.6 mm, mientras que, en el Laboratorio del Desierto, la precipitación ascendió a los 409.5 mm en el año 2004 (Figura 3-2).

---

<sup>3</sup> Las regiones hidrológicas representan los límites naturales de las grandes cuencas de México, son áreas conformadas en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas. En México existen 37 regiones hidrológicas (CONAGUA, 2020).



**Figura 3-2. Precipitación media anual de dos estaciones en la RBM.** Fuente: elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional.

En la RBM domina el relieve plano, con una altitud promedio de 700m; sus cerros más elevados son el de San Ignacio (1,480 msnm) y Sierra de la Campana (1,800 msnm). Existen zonas de acumulación de arenas que conforman campos de dunas (aproximadamente 22,000 hectáreas en el norte de la Reserva) (García-Gutiérrez, 2006).

Los suelos se distinguen por el material y el proceso de deposición que originó su formación. Los regosoles calcáreos se presentan sobre roca consolidada en zonas de relieve con pendientes fuertes. Los regosoles calcáreos y xerosoles en depósitos coluviales, en zonas de pie de monte con pendiente media. Los xerosoles, vertisoles salinos, yermosoles (lúvicos, gípsicos) y solonchaks sobre depósitos aluviales. Y, por último, formados por depósitos eólicos, regosoles y yermosoles gípsicos que se observan en las dunas de arena (Delhoume, 1992 y CONANP, 2006).

La designación de Reserva de la Biósfera en 1977 considero entre sus objetos de conservación la existencia de matorral xerófilo, pastizal y vegetación halófila. De acuerdo con la Clasificación de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, las cubiertas de vegetación y uso de suelo de la RBM (Cuadro y Figura 3-3) se componen de:

La vegetación halófila está representada por especies arbustivas de 50 a 200 cm como *Prosopis glandulosa* y *Suaeda nigrescens*; este tipo de vegetación se observa comúnmente en planicies. El matorral micrófilo se caracteriza por la abundancia de especies leñosas tales como la gobernadora (*Larrea tridentata*) y el hojásén (*Flourensia cernua*).

En el desierto arenoso prevalecen espacios abiertos con sustrato arenoso, también una mezcla de especies arbustivas espinosas, inermes y crasas, entre otras. Entre las que destacan: *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Lycium berlandieri*, *Acacia greggii*, *Opuntia imbricata* y *Prosopis glandulosa*.

El matorral desértico rosetófilo se constituye de elementos arbustivos con hojas en forma de roseta; se encuentran en colonias en coexistencia con otras especies de características similares como *Agave scabra*, *Agave lechuguilla* y *Hechtia glomerata*.

Las especies de herbáceas perennes y anuales constituyen el pastizal natural, en el que predominan *Hilaria mutica* y *Sporobolus airoides*, se asocian con otras gramíneas anuales como *Chloris virgata*, *Eriochloa contracta*, *Bouteloua barbata* y *Aristida adscencionis*.

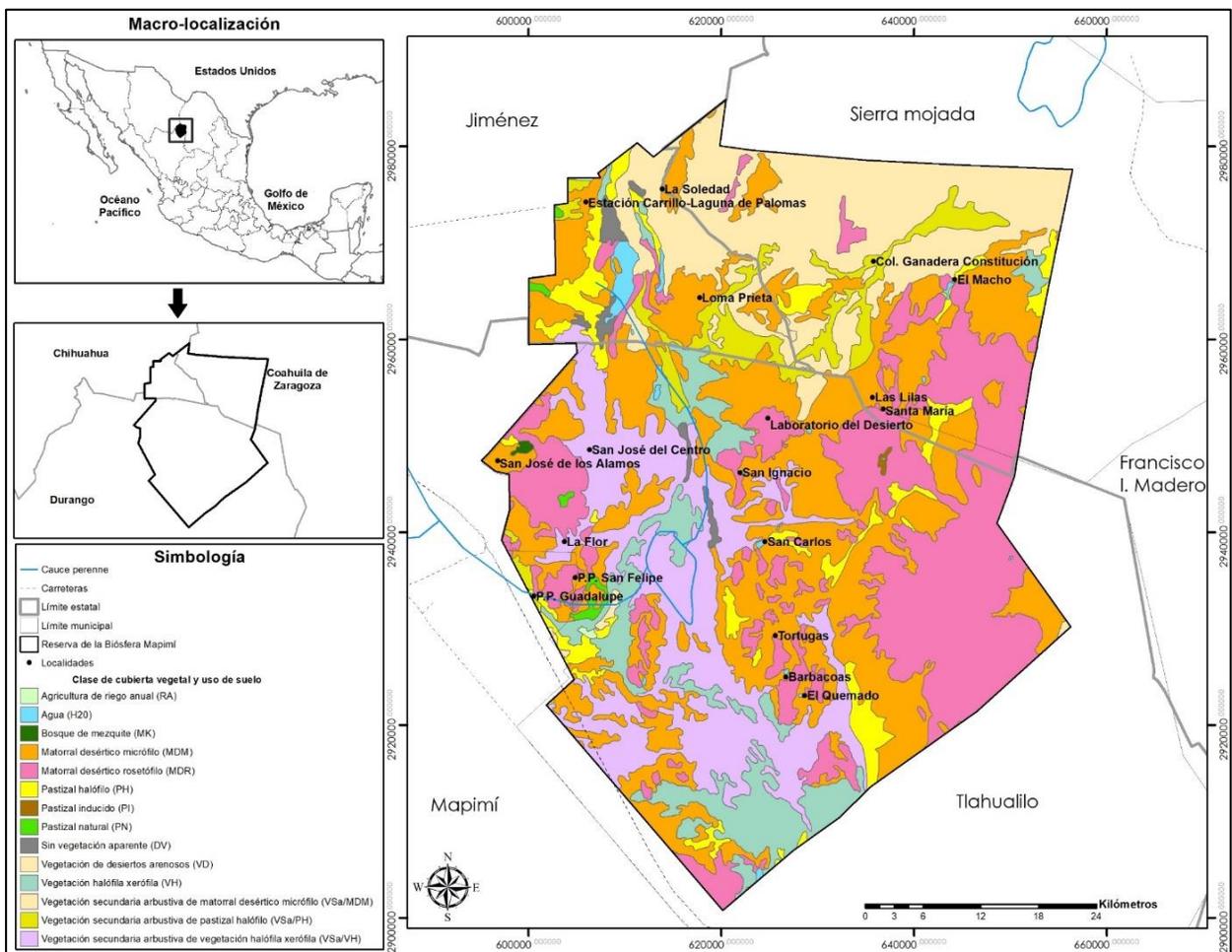
Por último, el matorral desértico micrófilo se compone de arbustos con hojas pequeñas, tal como *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Castela texana*, *Cordia parvifolia*, *Prosopis glandulosa*, *Parthenium incanum*, *Zexmenia brevifolia*, *Celtis pallida* y *Rhus microphylla*, entre otras (CONANP, 2006).

Cuadro 3-2. Clases de cubierta vegetal y uso de suelo en la RBM.

Clase de cubierta vegetal/uso de suelo	Clave	Descripción	Superficie (ha)
Vegetación halófila xerófila	VH	Vegetación halófila xerófila	24,315.7
	VSa/VH	Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila	48,262.7
Pastizal	PN	Pastizal natural	1,001.8
	PI	Pastizal inducido	180.1
	PH	Pastizal halófilo	15,298.3

	VSa/PH	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal halófilo	12,680.6
Matorral	MDR	Matorral desértico rosetófilo	75,800.2
	MDM	Matorral desértico micrófilo	103,490.08
	VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	4,458.4
Vegetación de desiertos arenosos	VD	Vegetación de desiertos arenosos	49,469.6
Bosque de mezquite	MK	Bosque de mezquite	202.6
Agua	H20	Laguna	2,034.5
Agricultura	RA	Agricultura de riego de ciclo anual	242.9
Sin vegetación aparente	DV	Sin vegetación aparente	2,348.9

Fuente: INEGI, 2017.



**Figura 3-3. Uso de suelo y vegetación de la Reserva de la Biósfera Mapimí.**

Fuente: elaboración propia con información espacial de INEGI.

Las grandes extensiones de dunas o arenales constituyen el hábitat de especies animales consideradas bajo alguna categoría de riesgo, como la tortuga del desierto (*Gopherus flavomarginatus*), la zorrilla del desierto (*Vulpes macrotis*) y la lagartija de las dunas (*Uma parapygas*) (DOF, 2000).

La RBM hospeda a 46 especies de mamíferos, 37 especies de reptiles y 5 especies de anfibios; y una importante biodiversidad de cactáceas representada por al menos 39 especies documentadas, principalmente del género *mamilaria* y en particular, el peyote (*Lophophora williamsii*) (DOF, 2000). Además, alberga 124 especies de aves, de las cuales 74 son migratorias o hibernantes y 50 sedentarias. En este sentido, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) constituyó un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) dentro de los límites de la reserva de clave NO-135 y nombrada como “AICA Mapimi” (Benítez *et al.*, 1999).

### **Características socio-culturales**

La población es de poco más de 400 habitantes distribuidos en alrededor de 11 pequeñas comunidades de no más de 10 familias, aisladas pero conectadas entre sí por brechas (Kaus, 1992; Cuadro 3-1). Laguna de Palomas-Estación Carrillo es la única localidad que cuenta con mayor número de habitantes. De alguna manera, todos los habitantes se conocen y algunos de ellos mantienen contacto principalmente por la actividad ganadera y el vínculo con la CONANP.

Cuadro 3-3. Población total de la RBM por localidad.

<b>Municipio</b>	<b>Localidad</b>	<b>Población total</b>
Sierra Mojada, Coahuila	Mohovano de las Lilas	1
	Vicente Guerrero Uno (Las Lilas)	3
	Colonia Ganadera Constitución	2
	El Macho	*0
Jiménez, Chihuahua	Lagunas de Palomas (Estación Carrillo)	363
	La Soledad	6
	Loma Prieta	2
Tlahualilo, Durango	Francisco I. Madero (El Quemado)	12
	Tortugas	*4
	San Carlos	*2
	Barbacoas	*2
	San Felipe	*0

	San José del Centro	*0
	Laboratorio del desierto	*1
	Guadalupe	*0
	San Ignacio	*0
Mapimí, Durango	San José de los Álamos	6
	La Flor	12
<b>Total</b>		<b>416</b>

Fuente: INEGI, 2010. \*Dato de campo, \*López *et al.* 2010.

Las condiciones geomorfológicas, edafológicas, climáticas y sobre todo hidrológicas, permiten que las actividades más importantes, en la reserva y su zona de transición o influencia<sup>4</sup>, sean la ganadería extensiva y la agricultura de temporal y de riego para cultivos como el melón, sandía, alfalfa y otros forrajes. Además de la ganadería, el ejido Laguna de Palomas-Estación Carrillo se dedica a la extracción artesanal de sal y el ejido La Flor funge como prestador de servicios turísticos<sup>5</sup>. De manera limitada, fuera del polígono de la reserva se practica la minería para extraer mármol y piedra caliza.

La ganadería extensiva en la RBM es una actividad tradicional que se caracteriza por la presencia de rancheros, equinos y bovinos, así como de infraestructura para el manejo ganadero como guardaganado, cercos, veredas y brechas (Kaus, 1992). Algunos de los habitantes crían aves de corral, cabras y cerdos en su traspatio para complementar los ingresos de la familia (Figura 3-4).

---

<sup>4</sup> La zona de influencia se refiere a la superficie aledaña a la poligonal de un área natural protegida que mantiene una estrecha interacción social, económica y ecológica con esta (DOF, 2014).

<sup>5</sup> Más información en: <https://zonadelsilencio.com.mx/acerca-del-ejido/>



**Figura 3-4. Ganadería de traspatio en el ejido La Flor.**

Las especies de pastizal más utilizadas para forraje son gramíneas perennes como *Hilaria mutica*, *Sporobolus airoides* y *Bouteloua spp.* y gramíneas anuales como *Bouteloua spp.*, *Aristida spp.*, *Panicum spp.*, *Trichloris crinita*, entre otras. Y también, el ganado se alimenta de algunos arbustos y herbáceas, entre los que destacan *Atriplex spp.*, *Opuntia rastrera*, *O. macrocentra*, *Krameria spp.*, *Kallstroemia spp.*, *Hoffmansegia densiflora* y *Amaranthus spp.* (CONANP, 2006).

La ganadería es la actividad más importante para las acciones de conservación en la RBM porque impacta a los pastizales y a los suelos por el sobrepastoreo, por ello ha sido incorporada en las distintas estrategias de conservación del ANP.

### ***Reseña histórica de la ganadería en la RBM***

En la época colonial, el ganado tenía acceso ilimitado a los terrenos y por lo tanto a sus recursos; por ello la ganadería proliferó en todo el país. Esto provocó la promulgación de leyes que buscaban reducir las poblaciones de ganado a través de la operación de “jueces de matanza”, y posteriormente, que se iniciara una migración de la ganadería a las zonas desérticas del norte. Numerosos rebaños de ganado fueron desplazados del sur y centro del país hacia el norte, donde había abundante forraje (Manzano *et al.* 2000). Así, entre 1542 y 1545 el ganado bovino y ovino fue introducido en el Bolsón de Mapimí.

La escasez de agua y pastos ocasionó un pastoreo en continuo movimiento, fue así como el ganado se estableció en el Bolsón de Mapimí y entre sus principales características, eran animales “*mesteños*” es decir, no domesticados. Estos animales, lograron cifras de hasta un millón de cabezas desde las llanuras del bolsón y hasta Texas. En esos tiempos, las haciendas del norte se dedicaban a la cría de ganado ovino por la importante demanda de lana y por la gran resistencia de las ovejas a la sequía. Había latifundios con hasta 85,000 cabezas de ganado ovino (Barral y Hernández, 1992).

Barral y Hernández (1992) establecen que existen vacíos de información para determinar el impacto del ganado sobre los ecosistemas del Bolsón de Mapimí porque no existe evidencia de las áreas que los animales sin domesticar utilizaron. No obstante, documentaron que, a partir del año 1788, la densidad del ganado comenzó a disminuir aparentemente por las condiciones climáticas, proliferación de enfermedades y el conflicto por la ocupación de tierras entre las comunidades indígenas y los invasores que buscaban colonizar el norte de México. Fue hasta 1880 cuando finalizaron las persecuciones a los indígenas en la región; la última incursión de apaches en Chihuahua tuvo lugar en 1886 después de la captura del indio Gerónimo en Sonora.

Como consecuencia del exterminio de las comunidades prehispánicas en la región, en el gobierno de Porfirio Díaz, entre los años 1883 y 1894, se dio el proceso de repoblamiento en lo que ahora es la Reserva de la Biósfera Mapimí. Por las Leyes de Deslindes, se promovió la exploración del Bolsón de Mapimí y su partición en grandes latifundios, mismos que se subdividieron en haciendas y después en poblaciones (Barral y Hernández, 1992).

Las Leyes de Deslindes provocaron la conformación de compañías deslindadoras que hacían levantamientos topográficos en tierras baldías. A cambio de los trabajos recibían una tercera parte de la superficie medida, lo demás le correspondía al gobierno federal. Ello generó los latifundios, pues se otorgaban facilidades para comprar terrenos a las mismas compañías deslindadoras (Barral y Hernández, 1992).

Después de la Revolución Mexicana, en la década de 1930, se crearon los ejidos. En la región, la actividad ganadera disminuyó y algunas rancherías fueron abandonadas. Las grandes haciendas fueron divididas entre 1960 y 1972, y se conformaron propiedades ejidales. Por ejemplo, los ejidos La Flor y Los Álamos se constituyeron en los terrenos de la ex hacienda San José de los Álamos. Los ejidos Las Lilas y Santa María de Mohovano tomaron los predios de la hacienda Mohovano que perteneció a la familia de Francisco I. Madero (Barral y Hernández, 1992).

El reparto de tierras en ejidos y pequeñas propiedades contribuyó al término del proceso de repoblamiento del Bolsón de Mapimí, principalmente en lo que se refiere a la actividad ganadera (Barral y Hernández, 1992). De acuerdo con García-Gutiérrez (2006), después de la liberación de la propiedad agraria se posibilitó la compra-venta y renta de derechos agrarios, y por ello es difícil conocer con exactitud el número total de dueños de terrenos dentro de la RBM.

En la actualidad, las condiciones semiáridas y el aislamiento imponen severas restricciones al modo de vida de los habitantes, por lo cual es común la emigración a zonas urbanas. No obstante, los pobladores consideran que las alternativas para ellos fuera del Bolsón serían peores, y que la vida es más pacífica en el desierto (Kaus, 1993).

Los ganaderos que han decidido permanecer a pesar de las limitaciones del medio y que han pasado por etapas difíciles en la reserva señalan la necesidad de ajustar la cantidad de ganado por sequías recurrentes. Incluso, algunos consideran que en un año seco se pierde lo equivalente a la ganancia de diez años (Kaus, 1993). En este contexto, la ganadería en la reserva sugiere una suerte de apuesta ya que el éxito de las ventas depende del peso del ganado, por lo que se debe asegurar su sobrevivencia a temperaturas extremas (Barral, 1988).

La degradación del suelo en la RBM se debe principalmente a la concentración del ganado en zonas de abrevadero y porque algunos predios sobrepasan la capacidad de carga animal (Kaus, 1993; Ramírez-Carballo *et al.* 2011).

Sumado a los impactos por la actividad ganadera, la apertura de caminos por el turismo desordenado provoca la pérdida de la cobertura vegetal que incentiva la erosión (García *et al.* 2006; López *et al.* 2010). El turismo en la reserva ha sido atraído por diversas cuestiones, principalmente por el mito de la “Zona del Silencio” (Reyes *et al.*, 2019) y también por la gran diversidad de plantas y animales que resultan ser de especial interés para turistas científicos (López *et al.* 2010). Todos estos impactos buscan ser atendidos a través de la estrategia de restauración de suelos y adaptación a sequía de la CONANP, de la que forma parte el terraceo del tipo bordo semicircular.

### **3.2 Enfoque de la investigación**

El constructivismo se ocupa de las formas en que las personas construyen sus mundos. Existen dos enfoques constructivistas: el personal y el compartido. El primero se refiere a la construcción del conocimiento de forma individual; el segundo considera que el conocimiento puede ser socialmente construido (Williamson, 2007).

Bajo el paradigma del constructivismo compartido, el enfoque etnográfico, adoptado en esta investigación, permite que el investigador participe activamente en actividades locales junto a las personas que están siendo estudiadas. Es decir, el investigador es en sí mismo el instrumento de investigación. Si bien la etnografía es una herramienta de la antropología social, geógrafos, agrónomos y biólogos han adoptado un enfoque etnográfico para estudios ambientales (Bocco, 2019). En particular, se ha reconocido el potencial de este enfoque para proporcionar información sobre problemas ambientales en países en desarrollo (Kanazawa, 2018).

En la técnica del observador participante, el investigador juega dos roles, observa y participa en la vida de la comunidad en estudio. Fundamentalmente, el trabajo de campo consiste en introducirse a la vida de los individuos, socializar con ellos, en especial con los informantes clave, y hacer tantas anotaciones como sean posibles sobre eventos

relacionados con la investigación (Whyte, 1977; Kanazawa, 2018). Según Fernández-Christlieb (2006), este método consiste en introducirse a una comunidad y dejar que los individuos de ella se acostumbren a verle hasta que actúen como si el observador no lo fuera.

### **3.3 Métodos y técnicas**

El método de investigación fue de carácter cualitativo (etnográfico y participativo). Una de las principales características de la investigación cualitativa es que se trabaja en su mayoría con palabras, ya que, el interés de este enfoque radica en la comprensión de la complejidad de fenómenos y procesos sociales (Fernández-Núñez, 2006; Bocco *et al.* 2019).

Las técnicas de investigación que se implementaron fueron revisión de documentos, entrevistas semiestructuradas y observación participante. Las mismas permitieron interactuar con los involucrados para documentar la forma en la que los rancheros se han vinculado con los bordos semicirculares desde su percepción y conocimiento local, y cómo se han relacionado con la CONANP en el marco de esta estrategia.

La revisión documental se concentró en los documentos que respaldan los instrumentos de gestión de los cuales se deriva la instauración de las terrazas en la RBM. De esta manera, se revisaron documentos de libre acceso en los repositorios de la UNESCO y de la CONANP, y también de uso exclusivo de la RBM.

Por otra parte, a través de 19 entrevistas semiestructuradas se colectó información sobre el objeto de estudio. La selección de los sujetos se realizó de forma intencional (*purposeful*). Consistió en un muestreo no probabilístico, iniciando con tres o cuatro informantes clave, y luego en cadena o bola de nieve (Martínez-Salgado, 2012). Ello permitió entrevistar a rancheros, guardaparques y consultores externos, quienes participan o han participado en la estrategia de restauración de suelos y adaptación a sequía en la ANP, con el propósito de asegurar información profunda y detallada sobre el asunto de interés de la investigación.

El guion para la entrevista a rancheros y guardaparques incluyó 20 preguntas relacionadas con la temporalidad de las lluvias, la sequía, sus efectos y también sobre la participación de los rancheros en el terraceo. En el caso del director de la RBM, la entrevista contuvo 11 preguntas dirigidas a conocer a detalle la gestión del terraceo. La de los consultores externos incluía siete preguntas sobre los impactos asociados a la sequía, la gestión de los bordos semicirculares y recomendaciones a la estrategia. Para todos los casos, la entrevista contenía un texto que señala el propósito del estudio y solicitud de consentimiento (Ver anexo).

El proceso de análisis de las entrevistas consistió en capturar, transcribir, ordenar y codificar la información. Es decir, definir categorías que concentraran temas similares. Posteriormente, se analizó la información a partir de los vínculos entre categorías y los fundamentos teóricos de la investigación (Fernández-Núñez, 2006).

Adicionalmente, y como parte del enfoque etnográfico, mediante la técnica de observador participante, fungí como voluntaria de la CONANP en la RBM durante poco más de un mes. El principal propósito fue participar activamente y acompañar a los guardaparques en el desarrollo de actividades vinculadas al terraceo. Asimismo, realicé dos recorridos para: a) visitar las áreas en donde se establecieron las primeras obras de conservación de suelo y agua en el Rancho Guadalupe (propiedad privada) y b) en los asentamientos del ejido La Flor para conocer el manejo ganadero y del agua en la localidad.

# Capítulo 4.



## **Capítulo 4. Resultados**

Los resultados se presentan en dos apartados, en relación con los objetivos planteados y las técnicas de investigación. Primero se aborda lo concerniente a la revisión documental que incluye las bases conceptuales, técnicas e instrumentos de gestión por los que se estableció el terraceo como estrategia en la reserva. Posteriormente, se presentan los resultados derivados de las entrevistas a los involucrados en la misma.

### **4.1 Bases, técnicas e instrumentos de gestión sobre el terraceo en la Reserva**

La estrategia de restauración de suelos y adaptación a sequía es una iniciativa de la Dirección de la Reserva de la Biósfera Mapimí que comenzó en 2002. Anteriormente, como parte del conocimiento local, para que el ganado dispusiera de agua en época de estiaje, los rancheros construyeron *presones*, que son depresiones sobre el terreno para almacenar los escurrimientos superficiales (Figura 4-1).



**Figura 4-1 Ganado en el presón de Laguna de Palomas.**

Los *presones* siguen habilitados, incluso el Programa de Manejo de la Reserva plantea la rehabilitación y el mantenimiento de los mismos, ya que gran cantidad de aves acuáticas residentes y migratorias los utilizan como abrevadero y refugio (CONANP, 2006). Por otra parte, para conservar la humedad en el suelo y evitar la erosión, algunos de los habitantes disponían ramas para disminuir el flujo de los escurrimientos, lo que definen como “*enramadas*”.

Fue en 2003, que los propietarios del Rancho Guadalupe accedieron a que sus terrenos fueran el sitio piloto para promover el ordenamiento ganadero en la RBM (PNUD, 2018). En este tiempo, la estrategia consistía únicamente en la construcción de los bordos semicirculares para reducir los impactos de la ganadería sobre el suelo.

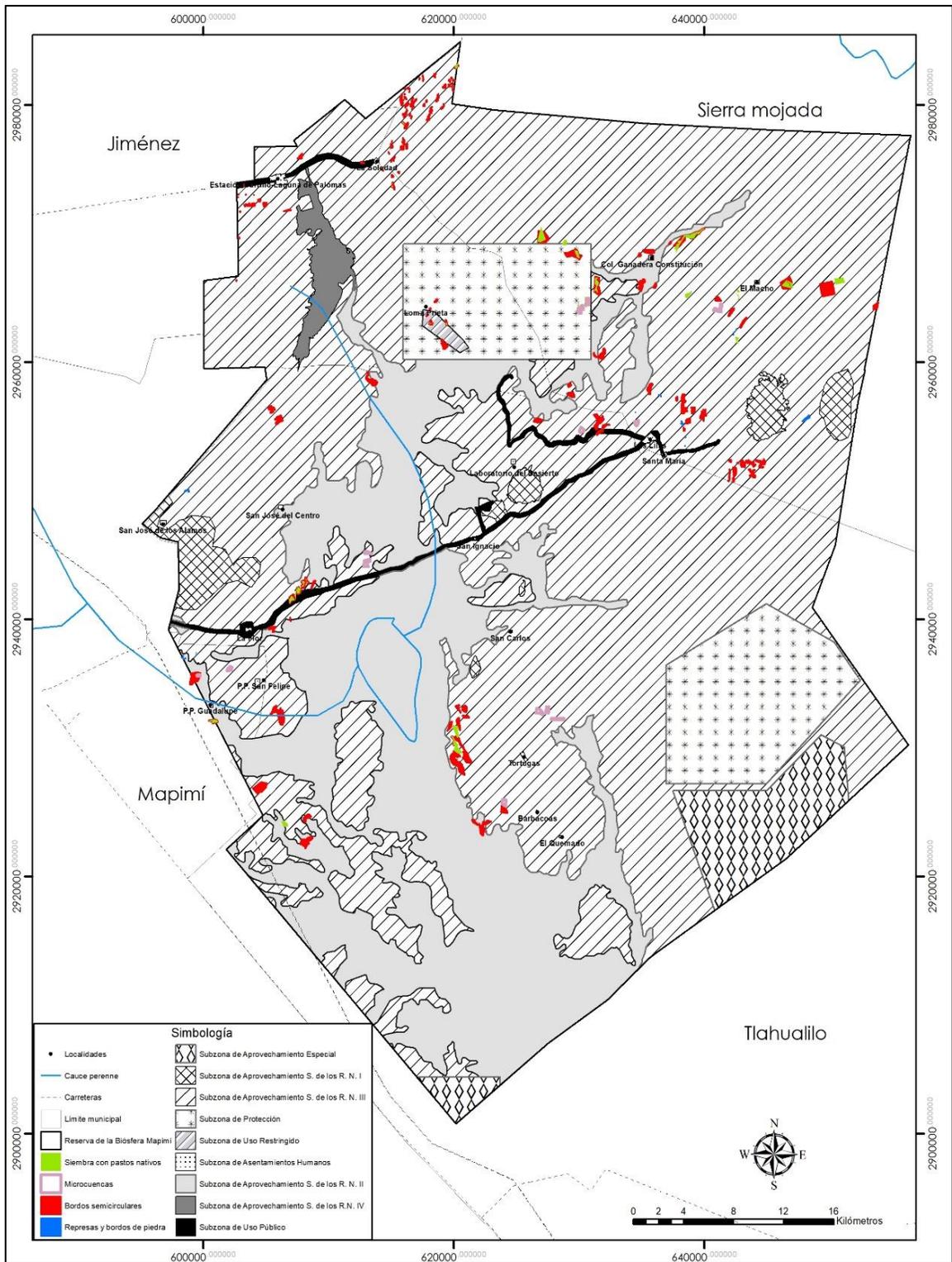
En la actualidad, la estrategia contempla, además, la construcción de otras obras de conservación de suelos y agua, como represas, bordos de piedra acomodada y microcuencas (Figura 4-2). Las microcuencas se instalan en áreas de distribución de colonias de la tortuga del bolsón (*Gopherus flavomarginatus*), su objetivo es proveer de forraje y agua a la tortuga. Por ello, tienen la restricción de no poderse mecanizar y algunas de las áreas son excluidas para el ganado.

Además, la siembra de pastos nativos: la sabaneta y el pajón (*Hilaria mutica* y *Sporobolus sp.*) en las microcuencas y bordos, la exclusión de áreas de distribución de la tortuga y la adopción de buenas prácticas ganaderas.



**Figura 4-2. Bordos de piedra acomodada y microcuencas en la RBM.**

Hasta el 2019, se han construido 11,364 bordos semicirculares en 2,840.9 ha; de esta superficie, 299.5 ha sido sembrada con pastos nativos (*Hilaria mutica* y *Sporobolus sp.*). También se han construido 237.1 ha de microcuencas y 1,602m<sup>3</sup> de presas y bordos de piedra acomodada (CONANP, 2020).

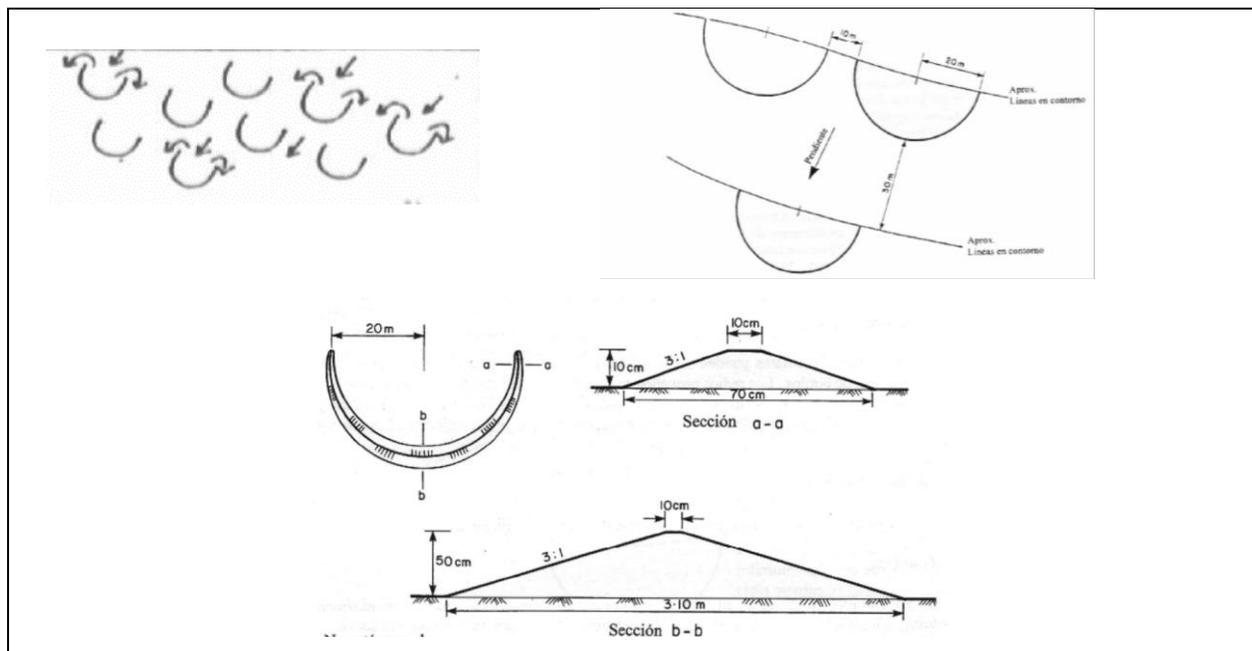


**Figura 4-3. Ubicación de obras de la estrategia.**

Fuente: elaboración propia con información espacial de CONANP.

Los bordos semicirculares son terraplenes de tierra en forma de semicírculo, se construyen con las especificaciones técnicas del Manual de Captación de Agua de Lluvia de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1997). Este terraceo ha sido adoptado para la rehabilitación de agostaderos degradados en zonas áridas y semi-áridas, con precipitaciones de 200 a 750mm, suelos poco profundos o salinos y pendientes menores a 2%. Condiciones similares a las de la RBM, tal como se explicó en la descripción del área de estudio.

De acuerdo con lo indicado en el Manual, el radio de los semicírculos debe ser de 20 metros. En el lado extremo, el bordo es solamente 10 cm alto, pero la altura se incrementa en la parte media de la base hasta 50 cm con pendiente en los lados de 3:1 (horizontal:vertical) y un ancho de 10cm en la parte alta. El ancho de las bases respectivas es de 70 cm y de 3.10 metros, respectivamente. Los bordos tienen que estar ordenados en una configuración escalonada. Y, debido a las dimensiones de los mismos, se requieren únicamente cuatro estructuras por hectárea. La cantidad de terraplén requerido para el diseño del bordo es de 26.4m<sup>3</sup> (FAO, 1997; Figura 4-4).



**Figura 4-4. Diseño del bordo semicircular (FAO, 1997).**

En cuanto a la relación área de captación: área cultivada (C:CA) que es de hasta 3:1, es recomendada por la FAO para mejorar agostaderos y producir forraje; la razón principal de dicha relación es que los agostaderos y plantas forrajeras ya adaptadas en zonas áridas y semiáridas necesitan únicamente de un pequeño aumento en humedad adicional para responder significativamente (FAO, 1997).

El propósito de los bordos es controlar la erosión del suelo y captar el agua para promover la revegetación de especies de pastizal y así abastecer de forraje al ganado y a la fauna silvestre (Figura 4-5). Estos son gestionados por la CONANP y Organizaciones No Gubernamentales (ONG) mediante tres fuentes de financiamiento. En orden de importancia, programas federales como el Programa para la Conservación del Desarrollo Sostenible (PROCOCODES), Programa de Empleo Temporal (PET) y Programa para la Protección y Restauración de Ecosistemas y Especies en Riesgo (PROREST). De igual manera, se gestionan recursos a través de ONG como Consultoría, Asesoría y Manejo Estratégico Sociedad Civil (CAME S.C.), PRONATURA NORESTE A.C. y también, provenientes de pagos por compensación ambiental (Cuadro 4-1).



**Figura 4-5. Bordo semicircular en terrenos del ejido La Flor.**

Cuadro 4-1. Fuentes de financiamiento del terraceo en la RBM.

Fuente de financiamiento	Descripción	Institución que gestiona el recurso
PROCOCODES	Los recursos se obtienen del rubro “Conservación y Restauración de Ecosistemas: Prácticas Mecánicas” se destinan a la construcción de bordos y microcuencas para combinarse con la siembra de material vegetativo para proteger o estabilizar el terraceo.	CONANP
PET	El PET destina recursos para acciones de conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.	
PROREST	Los recursos se obtienen del componente “Restauración ecosistémica” que financia actividades para restablecer la funcionalidad y dinámica de los ecosistemas representativos en las ANP y sus zonas de influencia, mediante la participación directa y efectiva de la población local y con ello contribuir con la recuperación de los bienes y servicios ecosistémicos.	
ONG	Recursos destinados a promover la ganadería sustentable y la producción de carne orgánica.	CAME SC
ONG	En el marco del proyecto PNUD-Resiliencia se accede a recursos para restaurar zonas degradadas.	PRONATURA NORESTE AC
Pagos por compensación ambiental	Recursos dirigidos a la estrategia de restauración de suelos, principalmente porque la RBM cuenta con Instrumentos que soportan dichas acciones.	CONANP

Fuente: CONANP, varios., PNUD, 2014 y comunicación personal.

La implementación de los bordos semicirculares se compone de distintas etapas. La planeación contempla la selección del área sujeta a restauración, la cual se elige en función de la evaluación participativa que propuso Ramírez-Carballo en el 2008 y que consiste en evaluar una serie de indicadores de degradación del suelo asociados al sobrepastoreo. Entre los indicadores, destaca la superficie de peladeros (término que se refiere a la superficie con suelo desnudo), el incremento en la densidad de la gobernadora (*Larrea tridentata*) en áreas donde abundaba el pastizal de Sabaneta (*Hilaria mutica*) y, por último, la presencia de cárcavas por erosión. Asimismo, se realiza el monitoreo de vegetación previo al establecimiento de las obras con fines de comparación posteriores (Figura 4-6).



**Figura 4-6. Monitoreo de vegetación previo al establecimiento de los bordos.**

En la ejecución, los rancheros trazan las curvas a nivel y construyen los bordos, a 20 metros de separación entre sí, utilizando tractor con arado de discos o maquinaria tipo *bobcat* (Figura 4-7). Durante este tiempo, el personal de la CONANP y ONG supervisan las actividades y realizan informes. Por último, el finiquito que consiste en supervisar las obras y firmar el acta de entrega. En algunos casos, los guardaparques realizan evaluaciones posteriores en las áreas donde se han establecido los bordos.



**Figura 4-7. Trazo de curvas a nivel y construcción de bordos semicirculares.**

Foto: Manuel Rodríguez Muñoz.

Por otra parte, la implementación de la práctica coadyuva al cumplimiento de objetivos y metas de por lo menos 10 instrumentos de intervención a distintos niveles: internacional, nacional y local (Cuadro 4-2).

Cuadro 4-2. Instrumentos de gestión con los que se vincula el terraceo en la RBM.

<b>Internacional</b>
Programa MaB-UNESCO La Estrategia de Sevilla & Marco Estatutario de la Red Mundial de Reservas de la Biosfera de la UNESCO
Estrategia del Programa MaB de la UNESCO y su Red Mundial de Reservas de la Biósfera (2015-2025), Plan de Acción de Lima (2016-2025) y Declaración de Lima.
<b>Nacional</b>
Estrategia hacia 2040: una orientación para la conservación de las áreas naturales protegidas de México.
Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las Áreas Protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el Cambio Climático (PNUD-Resiliencia).
Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas: Una convocatoria para la resiliencia de México 2015-2020.
<b>Local</b>
Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Mapimí.
Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo Cuenca Mapimí.
Proyecto “Implementación de medidas de adaptación basada en ecosistemas restauración de zonas degradadas en la RBM” (PNUD-Resiliencia).
Programas de restauración por ejido: NCPAG Tlahualilo y Colonia Ganadera Constitución.
Plan de manejo integral de pastizales por ejido: Colonia Ganadera Constitución, San José de los Álamos y la Pequeña Propiedad Loma Alta.

### **Contexto Internacional**

El Programa MaB se conduce por una serie de directrices que establecen que las Reservas de la Biósfera deben fomentar la conservación y el desarrollo sostenible, en particular para la aplicación de acuerdos internacionales referentes a la conservación, el cambio climático y a la desertificación (UNESCO, 1996, 6). Además, el conocimiento local debe ser utilizado para la ordenación de las reservas de la biósfera, reconociendo la importancia del empoderamiento de las comunidades como custodios de conocimientos de valor excepcional y del mantenimiento de la identidad cultural (UNESCO, 2017, 21).

### **Contexto nacional**

La CONANP en alianza con organizaciones internacionales como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Cooperación Alemana GIZ *Deutsche*

*Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* que brindan asistencia técnica para el fortalecimiento de las capacidades nacionales y locales para mejorar las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, han producido un conjunto de directrices inscritas en una serie de proyectos, planes y programas vinculados entre sí.

Tal es el caso del instrumento “Estrategia hacia 2040” de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas que constituye el marco de planeación para orientar acciones de conservación en Áreas Naturales Protegidas. El eje del Cambio Climático tiene por objetivo “Contribuir a incrementar la resiliencia de las comunidades humanas, los ecosistemas y sus servicios ambientales, así como la mitigación del cambio climático en las ANP, Regiones Prioritarias de Conservación y otras modalidades de conservación” (CONANP, 2014a, p. 26).

En este sentido, a través del proyecto “Fortalecimiento de la Efectividad del Manejo y la Resiliencia de las Áreas Protegidas para Proteger la Biodiversidad Amenazada por el Cambio Climático” más conocido como “Proyecto PNUD-Resiliencia” (PNUD, 2014), fueron seleccionadas 17 ANP que se gestionan como unidades de paisaje terrestre/marino ecorregional. En la ecorregión del Desierto Norteamericano, el proyecto se centra en la RBM. En ella, los esfuerzos se dirigen hacia la restauración de tierras degradadas con vegetación nativa para minimizar la pérdida del suelo, ya que, se considera que la degradación de suelos inducida por el cambio climático aumenta la vulnerabilidad social. En específico, que los ciclos de lluvia más cortos y los cambios en la vegetación aumentan las condiciones de sequía. Y, con ello cambiará la distribución y abundancia de las especies endémicas, tal es el caso de la tortuga del bolsón (*Gopherus flavomarginatus*) en la RBM (PNUD, 2014, p. 24).

Por lo anterior, propone la formulación del Programa de Adaptación al Cambio Climático y establece que, en él, debe incluirse un componente financiero para garantizar que las acciones y estrategias sean sostenibles (PNUD, 2014). La RBM publicó su Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC Mapimí) en 2014, el cual será descrito en el siguiente apartado, ya que se trata de un instrumento local.

Posteriormente, en 2015, la CONANP publicó la Estrategia de Cambio Climático desde Áreas Naturales Protegidas: Una convocatoria para la Resiliencia de México 2015-2020 (ECAPP), su propósito es mantener la calidad de los procesos ecológicos, los servicios ecosistémicos y la conectividad entre las ANP y las Regiones Prioritarias para la Conservación (RPC) mediante el trabajo conjunto de todos los sectores de la sociedad (CONANP, 2015a, p. 7).

Uno de los objetivos generales de la ECCAP es “Aumentar la capacidad de adaptación de los ecosistemas terrestres, costeros, marinos e insulares, así como de la población que habita y depende de ellos reduciendo su vulnerabilidad y conservando los servicios ecosistémicos que proveen en ANP y sus zonas de influencia” (CONANP, 2015a, p. 42). En dos de los componentes principales (gestión del territorio en un contexto de cambio climático y participación social y comunicación) el terraceo en la RBM constituye una oportunidad para el logro de dicho objetivo.

### ***Contexto local***

El Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Mapimí se publicó en el año 2006 y establece que es necesario recuperar las condiciones originales de las áreas que presentan algún tipo de impacto, así como incorporar la participación comunitaria en la implementación de acciones de restauración de ecosistemas. Entre sus estrategias, plantea implementar programas de recuperación de suelos y programas de recuperación de sitios altamente impactados por actividades ganaderas. Asimismo, recuperar y proteger las áreas con suelos degradados o sin cubierta vegetal a través de la aplicación de técnicas de conservación y recuperación de suelos (CONANP, 2006).

Para promover la participación de los habitantes de la RBM en las actividades de restauración de suelos, la CONANP generó en 2007 el “Manual de Prácticas Preventivas Ganaderas para el Manejo de Sequía en la Reserva de la Biósfera Mapimí” que proporciona algunos consejos prácticos para prevenir este tipo de evento. Parte del contenido describe que, en época de sequía, la degradación del suelo aumenta,

principalmente porque en los agostaderos no se produce el forraje necesario para alimentar a la totalidad del ganado que pastorea, lo que ocasiona que el forraje natural sea arrancado del suelo por los animales, dejándolo desprotegido contra el viento y la lluvia, perdiendo así su capacidad para recuperarse y producir alimento. Entonces, aunque el año sea lluvioso, el suelo sigue estando degradado y los ganaderos quieren mantener el mismo número de cabezas de ganado sin considerar este efecto por la sequía. Generalmente, los ganaderos de la reserva actúan hasta que el evento de sequía se presenta, compran forraje, dan al ganado nopal chamuscado, acarrean agua y venden animales (CONANP, 2007).

Asimismo, la dirección de la RBM formuló el Manual del Programa de Educación para la Conservación del Pastizal (CONANP, sin publicar) que reúne 10 actividades didácticas dirigidas a todos los actores involucrados en la conservación del pastizal en el ANP. La actividad que lleva por nombre “La degradación del pastizal” pretende que los rancheros identifiquen los principales indicadores de deterioro de los pastizales para establecer el grado de degradación de la vegetación en la reserva. Los indicadores explicados en la actividad son: la cobertura vegetal, la erosión, la diversidad de especies, la presencia/ausencia de especies invasoras y plagas, la productividad de biomasa, y la capacidad de carga animal. Dicha actividad se relaciona directamente con el monitoreo de vegetación que realizan rancheros y guardaparques previo al establecimiento de los bordos en la reserva.

Otra de las actividades, “Atacando el problema de raíz” busca simplificar la explicación del efecto que causan las tolvaneras cuando el suelo está descubierto. Es así, que el terraceo, una vez que ha cumplido su función, representa una posible solución al efecto que las tolvaneras tienen sobre el suelo.

Por último, la actividad “Cuántas vacas caben” pretende que los rancheros reconozcan el concepto de capacidad de carga para reducir la explotación del pastizal en la reserva. Esta actividad se relaciona directamente con la práctica del terraceo en la RBM dado que

uno de los objetivos del mismo es incentivar el establecimiento del pasto nativo para proveer de forraje al ganado.

En 2014, con el apoyo de *Parks Canada* se publicó el Programa de Adaptación al Cambio Climático Complejo Cuenca Mapimí (PACC Mapimí). Este instrumento busca complementar las acciones del Programa de Manejo de la RBM (CONANP, 2006) y sirve como base para la toma de decisiones sobre la adaptación al cambio climático, ya que analiza la vulnerabilidad de los objetos de conservación (tortuga del bolsón, lagartija de las dunas y pastos de las especies sabaneta y bengala) y de la ganadería, ante amenazas climáticas y no climáticas. Su particularidad es que contiene una proyección financiera equivalente a \$10, 393, 650.00 pesos M.N.<sup>6</sup> necesaria para garantizar que las estrategias y acciones sean sostenibles. Propone distribuir dicho presupuesto en tres medidas de adaptación: (1) la construcción de bordos semicirculares y microcuencas con una inversión de \$6, 174,000.00 M.N. (2) la exclusión de zonas de distribución de la tortuga (*Gopherus flavomarginatus*) con un presupuesto de \$2, 276,000.00 M.N. Y (3) el establecimiento de un banco de germoplasma de especies de pasto nativo para incentivar la siembra del terraceo (\$1,943, 650.00 M.N.) (CONANP, 2014b).

En una nota informativa, PRONATURA NORESTE AC describe que el proyecto “Implementación de medidas de adaptación basada en ecosistemas Restauración de zonas degradadas en la Reserva de la Biósfera Mapimí” se ejecuta en el marco del proyecto PNUD-Resiliencia. Dicho proyecto busca restaurar y conservar el hábitat de la tortuga del bolsón (*Gopherus flavomarginatus*), desarrollando actividades que propicien el establecimiento de especies prioritarias para la conservación como el zacate sabaneta (*Hilaria mutica*) y el zacate bengala (*Sporobolus contractus*), especies que además son forraje para el ganado de los habitantes locales, por lo cual está relacionado a sus medios de vida (Nota en digital, 18 de septiembre de 2019).

Los ejidos NCPAG Tlahualilo y Colonia Ganadera Constitución cuentan con Programas de Restauración por predio. Tienen como objetivo identificar las áreas prioritarias para la

---

<sup>6</sup> Presupuesto estimado para el año 2014.

restauración del suelo y las necesidades de obras de acuerdo con las condiciones del terreno, del tipo de vegetación y de la fauna silvestre. Plantean la capacitación de una brigada para el monitoreo de vegetación para obtener información sobre la cobertura vegetal, riqueza florística y estado del sitio. Dicha información, se analizó y se integró en un sistema de información geográfica por parte del personal del ANP. Posteriormente, se agregó información sobre la distribución de la tortuga del bolsón, áreas de pastizal e información topográfica de los arroyos principales. A partir de ello, se definieron áreas de alta y mediana prioridad de restauración, así como los tipos de obras necesarias. Entre los tipos de obras necesarios, contemplan bordos semicirculares, y establecen que serán implementados en áreas con pendientes entre 0% y 5% y donde la densidad de madrigueras de tortuga sea baja. Es importante mencionar que los programas cuentan con mapas que presentan las áreas prioritarias para restauración y las obras propuestas (CONANP 2013 y 2014c).

Los ejidos Colonia Ganadera Constitución, San José de los Álamos y la Pequeña Propiedad Loma Alta generaron sus Planes de Manejo Integral de Pastizales entre los años 2014 y 2015. Este instrumento plantea una serie de acciones que buscan ordenar la actividad ganadera en todo sentido, desde mejorar el sistema productivo hasta restaurar las áreas que han sido afectadas por el sobrepastoreo. Este instrumento tiene temporalidad de 5 años a partir de la fecha de firma del convenio entre CONANP y el ejido o pequeña propiedad (CONANP, 2014d y 2015b).

#### **4.2 Percepción y conocimiento de los involucrados en la estrategia de restauración de suelos y adaptación a la sequía en la RBM**

Las entrevistas se desarrollaron durante julio y agosto de 2019. En total, fueron entrevistadas 19 personas: 14 rancheros, de los cuales tres son mujeres; un consultor de ONG (Fuego Verde S.C.), tres guardaparques y el director de la reserva.

Los rancheros, de entre 27 y 67 años, pertenecen a siete de los 11 ejidos de la reserva: La Flor (2), La Soledad (1), Laguna de Palomas (3), Mohovano de Lilas (1), San José de los Álamos (2), Nuevo Centro de Población Agrícola Ganadero Tlahualilo (3) y Vicente

Guerrero (2). Las mujeres, de entre 45 y 63 años, pertenecen a los ejidos de La Flor y Laguna de Palomas.

El personal de la CONANP tiene entre 36 y 56 años de edad y más de 10 años laborando en la RBM, su formación profesional es en agronomía y biología. El consultor externo fungió como servidor público adscrito a la RBM, en los inicios de la CONANP y a su vez, en la estrategia de restauración de suelos.

El análisis de las entrevistas permitió organizar la información en cinco categorías y 11 subcategorías (Cuadro 4-3). A continuación, se describen los contenidos en cada una de ellas.

Cuadro 4-3. Categorías y subcategorías del análisis de las entrevistas.

<b>Categoría</b>	<b>Subcategorías</b>
Incremento de temperatura y demora de precipitación	-Cambios en el clima (patrón de lluvias y de calor) -Intensidad de la lluvia -Predicción de ocurrencia de lluvia
Efectos de la sequía	-Cambios en el entorno -Efectos en el suelo -Efectos en el ganado
Adaptaciones previas a la estrategia del terraceo	-Grupos de definición de adaptación -Descripción de las adaptaciones previas
Adaptaciones con la estrategia de CONANP	-Descripción de las adaptaciones a partir de la implementación de la estrategia
Participación, adopción y recomendaciones a la estrategia.	-Participación y adopción -Recomendaciones

### **Categoría 1. Incremento de temperatura y demora de precipitación**

Esta categoría se subdividió en tres: (1) cambios en el clima (patrón de lluvias y de calor), (2) intensidad de la lluvia, y (3) predicción de ocurrencia de lluvia. En general, las respuestas evidencian que la sequía es percibida en términos socioeconómicos y meteorológicos.

Los guardaparques perciben a la sequía principalmente porque se mueren muchos animales en los límites de la reserva incluyendo al ganado (Figura 4-8), también porque el agua de los presones se evapora más rápido. Los rancheros establecen que cuando

el año es seco, no llueve casi nada, y aunque en el año siguiente llueve un poco más, no es suficiente para mantener a sus vacas. Un guardaparque y un ranchero comentaron que, para ellos, la sequía es algo cíclico, normal en ecosistemas como los de la Reserva de la Biósfera Mapimí.



**Figura 4-8. Restos de ganado en la Reserva de la Biósfera Mapimí.**

Cuadro 4-4. Percepción sobre cambios en el clima (patrón de lluvias y del calor).

<p><i>“Pues sí, porque de repente hay años secos de a tiro que no nos llueve casi nada y luego viene un año bueno; pues eso nos perjudica mucho porque si se viene un año malo, al siguiente es malo, aunque llueve porque no hay producción” –Ranchero (R.M., 22 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>“Pues yo tengo entendido que son ciclos, que son ciclos que van dando vuelta, de repente se vienen años muy secos, y después pasan y se vienen años muy buenos y así van dando vuelta” –Ranchero (J.H. 2 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>“Hubo un año que de plano no había nada, estaba bien seca el zacate y todo, fue cuando duró sin llover yo creo como, tendrá como tres años que hubo esa sequía fuerte. El pasto estaba seco de a tiro. Cuando hay sequía a veces se mueren hasta vacas, porque pues no hay suficiente, les tenemos que dar pastura, ósea, alimento, pastura, todo eso porque la vaca no hay que coma” –Ranchera (S.Q., 2 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>“La sequía es algo cíclico, algo normal, natural en este ecosistema. Es parte del clima, de las condiciones, de la topografía, de la ubicación del área protegida” –Guardaparque (B.R., 8 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>“Además, he visto o he pasado por dos sequías, dos años muy secos en donde se murieron muchísimos animales en la reserva, en general es eso, un poquito el patrón, se atrasaron las lluvias” –Guardaparque (J.H., 29 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>“Un presón que le duraba el agua todo un año, se secó y duró cinco años para volverse a llenar, el presón de San Ignacio” –Guardaparque (R. G., 18 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>

Los rancharos comentan que el calor se percibe más fuerte e incluso, en los últimos años, algunos lo sienten más bochornoso que seco. Uno de ellos detalló que, en años pasados,

el calor extremo se sentía solamente en ciertas horas al día (de las 12pm a las 4pm) y que en la actualidad el calor persiste.

**Cuadro 4-5. Percepción de los rancheros sobre el incremento de la temperatura.**

<p><i>“Sí como le digo, en ese sentido, y ahorita estaba yo checando, porque nosotros, bueno esa es una estación climatológica, y ya le llevamos la temperatura y lo que llueve; y ahora este año se me ha hecho más bochornoso el calor, no seco, bochornoso. Y cheque, yo tengo desde el 2013 la documentación y este año no ha subido mucho la temperatura, lo más que ha llegado es a 38 pero el calor se siente inmenso porque suda uno mucho y el año pasado a estas fechas ya llevábamos de 41, el año pasado llegó a 42 grados la temperatura y ahora no ha subido” (R.C., 11 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>“La permanencia del calor. Yo les digo que más o menos del 86, de 1986 para acá cambio ya el patrón del calor, porque antes era el calor digamos de las 12 del día a las 4 de la tarde, era lo fuerte del calor, era lo que uno procuraba la sombra y ahora no, ahora desde que sale el sol hasta que se mete, es la misma temperatura, no cambia nada, se siente muy feo el calor, muy seco” (E.H., 4 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>“No pues sí se ha visto muy cambiado el tiempo, está fuerte el sol, ósea que quema demasiado caliente; en los últimos años, principalmente este año, se ha visto que está más caliente, ha hecho más calor” (J.R., 29 de junio de 2019, comunicación personal).</i></p>

Dos de los guardaparques tienen conocimiento sobre los periodos de sequía en los últimos años y algunos de los rancheros mencionan con exactitud fechas y grados centígrados relacionados con estos eventos. Mencionan que anteriormente, la temporada de lluvias estaba más marcada, comenzaba a llover a mediados de mayo y actualmente llueve hasta julio, agosto o septiembre.

**Cuadro 4-6. Percepción de la temporalidad de lluvia en la reserva.**

<p><i>“El patrón de lluvia también cambió mucho, ya normalmente nosotros para el día 3 de mayo ya estábamos llovidos, el día 1ero de junio y así, eran muy marcadas las fechas y ahora no. Ya ahorita pues normalmente nos llueve como debe ser en septiembre ya todo eso se cambió mucho, ya no tiene uno digamos más marcadas las épocas de lluvias” –Ranchero (E.H., 4 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>“Pues sí, pues llueve muy poco ya de agosto; bueno la temporada de lluvias es más o menos de mayo hasta agosto a septiembre, ya si se vienen nomás lloviecitas así de agosto en adelante ya vemos que ya va a ser temporada mala, que ya tendrías que darle vuelta hasta el siguiente año” –Ranchero (A.R., 29 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>“Ya un año que no es normal, te llueve en mayo y luego julio, y luego hasta septiembre, y luego te llueve en noviembre” –Guardaparque (R.G., 18 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>“Primero, llovía generalmente a mediados de mayo, se atrasaron y empezó a llover hasta julio o agosto, y las de septiembre ya no ocurrieron así, aunque no es un patrón definido, pero eso hemos observado” –Guardaparque (J.H., 29 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>

La subcategoría “intensidad de las precipitaciones” permitió identificar que los entrevistados perciben que la tendencia de la lluvia es hacia lo torrencial. De acuerdo con los rancheros, la lluvia torrencial es más común y duradera en términos de horas. Comentan que esta lluvia trae consigo erosión porque hay poca infiltración y mucho escurrimiento tanto en los arroyos como fuera de ellos. Los guardaparques coinciden en que estos eventos de alta intensidad se presentan en pequeñas áreas distanciadas entre sí y distribuidas en el paisaje de la reserva (Cuadro 4-7).

Cuadro 4-7. Percepción sobre la intensidad de las precipitaciones.

<p><i>“Llegaban las lluvias no muy fuertes, y ahora se vienen unos aguaceros muy fuertes y pues hasta hace más destrozos en el terreno también por eso mismo” –Ranchero (J.H., 2 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>“Es que como le digo han sido aguaceros muy intensos y duraderos, antes era un aguacero que se venía y lo más que duraba 15-20 minutos. El año antepasado y el año pasado fueron dos y esos duraron más de una hora. Y el otro también duro como una hora, y si nos causó mucha erosión porque corría agua por donde no estaban los arroyos pues.” –Ranchero (R.C., 11 de julio de 2019, comunicación personal)</i></p>
<p><i>“La lluvia también cuando llueve, llueve a lo mejor lo de todo el año en un solo aguacero, eso es parte también de los cambios drásticos que se han visto” –Ranchero (F.H., 4 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>“En la reserva la lluvia es torrencial, son aguaceros torrenciales, en media hora te puede caer 30mm y en dos o tres días te puede caer la mínima que son los 250mm anuales, pero ya no te vuelve a llover” –Guardaparque (R. G., 18 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>

La última subcategoría aglutinó el conocimiento sobre la predicción de ocurrencia de lluvia a través del conocimiento de los entrevistados (Cuadro 4-8). Únicamente cinco del total de entrevistados respondió. Tres de ellos coinciden en que la dirección del viento y la presencia de nubosidad en el cielo se relaciona con la ocurrencia de lluvia. Otros concuerdan en que el comportamiento de los animales silvestres, como domesticados, se relaciona directamente con la posibilidad de que llueva en el paisaje de la reserva.

#### Cuadro 4-8. Percepción de los rancheros sobre la predicción de ocurrencia de lluvia.

<i>“Cuando salen nubes gruesas, es que esas sí traen agua, hay veces que salen puras borrasquitas, así les nombran, esas traen puro viento” (C.R., 9 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“Las vacas, bueno como dice uno acá rancheramente no se preñan, aunque les eche el toro usted, ellas se están protegiendo porque presienten que no va a llover y también es eso una experiencia que tenemos” (E.H., 4 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“Otra forma es que, si los coyotes aúllan mucho, es una forma también de que va a llover o de que va a cambiar el tiempo, por decirlo así” (C.R., 9 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“Lo que nos hemos fijado, es por ejemplo cuando hay mucha víbora es que va a ser lluvioso, porque la víbora como que percibe el agua y sale y haga de cuenta que cuando va a estar muy seco casi no hay víbora” (J.H., 2 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“También, la godorniz de zacatuche, como le decimos aquí, cuando va a ser año lluvioso empollan, anidan y sacan sus polluelos” (J.H., 2 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“Los chenchos también cantan más cuando ya va llover, ha habido años muy secos que ya ni los pájaros cantan siquiera, eso nota uno pues” (J.H., 2 de julio de 2019, comunicación personal).</i>

#### **Categoría 2. Efectos de la sequía**

En esta categoría se detallan 3 subcategorías asociadas a la ocurrencia de sequía: a) cambios en el entorno, b) efectos en el suelo y c) efectos en el ganado.

Con respecto a la primera subcategoría, los guardaparques centraron sus opiniones en la mortandad de vacas y fauna silvestre. Mencionan que el alimento para el ganado y animales silvestres escasea, ello propicia que los costos por la actividad se incrementen pues deben acarrear agua y suplementar al hato de alimento. Uno de los guardaparques enfatizó que la actitud de los habitantes de la reserva es inestable ante la incertidumbre por la ocurrencia de lluvia.

De manera unánime, los rancheros coinciden en que los cambios en el entorno producidos por la sequía se relacionan entre sí. Como no ha llovido de manera regular, en el suelo no hay suficiente pasto, entonces, el ganado comienza a adelgazar, lo que ocasiona que algunas vacas mueran y que a las restantes tengan que proveerles de pastura y agua. Uno de ellos resaltó que el mezquite (*Prosopis glandulosa*), un arbusto que también provee de forraje al ganado, disminuye sus frutos. Se trata de pérdidas económicas claramente percibidas por los rancheros (Cuadro 4-9).

Cuadro 4-9. Percepción sobre los cambios en el entorno asociados a la sequía.

<i>“Gasta tiempo y dinero porque tiene que estar sobre de los animales dando pastura y acarreado agua” –Ranchero (E.H., 4 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“Pues es falta de pastura para los animales, eso es, pues no llueve no hay alimento para los animales tiene uno que comprarlo, suplemento para los animales” –Ranchero (R.M., 22 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“Pues a nosotros nos afecta mucho con los animales porque se acaba el pasto, el agua, y tiene uno que estar acarreado agua y pastura y la mortandad de animales; y económico” –Ranchero (A.R., 29 de junio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“Los principales efectos están relacionados con la vegetación, ósea hay menos vegetación, menos vida en el suelo. En las cuestiones productivas, ahí se ve la merma, en cuanto a la producción pecuaria, disminuye. Hay escasez de alimento para las aves, todas las especies silvestres también” –Guardaparque (B.R., 8 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“Cuando hay año de sequía la gente batalla mucho para sobrevivir en la reserva, sobre todo los ganaderos; se empiezan a morir los animales. También se ve el impacto en la fauna silvestre, igual que las vacas se mueren los venados; se observan venados muertos o incluso siguiendo a los ganaderos que van a dejar agua en los bebederos y ahí se arriman los venaditos a tomar un poco de agua” -Guardaparque (J.H., 29 de julio de 2019., comunicación personal).</i>
<i>“La gente anda muy preocupada, muy inestable, lo detectamos mucho en los proyectos porque si hacen el proyecto, pero se tardan, andan muy ocupados y estresados, se hacen muchos gastos en relación a la ganadería porque tienen que suplementar y tienen que acarrear agua” –Guardaparque (R.G., 18 de julio de 2019, comunicación personal).</i>

El total de entrevistados identifica de forma clara los principales cambios y efectos en el suelo a causa de la sequía. En la reserva hay pastos anuales y perennes. Cuando el año es seco, tanto la cobertura como la diversidad de especies disminuyen. Esta situación se ve más afectada porque los rancheros conservan todo su hato de ganado, entonces, el ganado encuentra disponible únicamente los pastos perennes para alimentarse. Ello reduce aún más la cobertura vegetal propiciando la erosión del suelo al formarse regueros y cárcavas por el pisoteo del ganado; una parte del suelo se pierde por erosión eólica en forma de “tolvaneras” como algunos la denominan, y otra por la lluvia (Cuadro 4-10).

Cuadro 4-10. Percepción sobre los cambios en el suelo por la sequía.

<i>“La erosión luego, luego, hasta el mismo aire como está seco todo y desprotegido o sea no hay vegetación, y cuando llueve como hay pastos viejos que no se alcanza a comer el ganado pues el mismo pasto viejo le protege, evita la erosión como digamos del aire, la lluvia, ya ve que la gota es muy fuerte, pega muy fuerte eso influye para que se vaya el suelo” –Ranchero (E.H., 4 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“Cuando el año es muy seco, pues que tarda mucho, sino llueve un año, pues al siguiente año se necesita mucha agua para que pueda enverdecer. Pues que está muy suelta la tierra” –Ranchero (C.L., 22 de julio de 2019, comunicación personal).</i>

*“Una de las cosas que hemos notado es que se viene mucha planta invasora. Entonces terrenos que antes eran, no pastizales, pero al menos había pasto pues, ahorita está lleno de gobernadoras” –Ranchero (F.H., 4 de julio de 2019).*

*“No hay pasto, y hay mucha erosión por lo mismo que está seco, la tierra se va. Porque en cualquier lluviezquita que hay se deslava luego luego el terreno, se va” –Ranchero (J.R., 29 de julio de 2019, comunicación personal).*

*“Disminuye la cobertura vegetal, este efecto es muy visible. Eso es lo principal. Pues lo que se percibe a simple vista, es digamos la creación de unos pequeños arroyuelos producto de los caminos que hacen las vacas. Marcan muy bien su caminito las vacas, con el tiempo eso se convierte en arroyitos y después en cárcavas más grandes; es uno de los efectos más visibles. Otro de los efectos es que donde pastorean o donde están hacinadas o donde la gente las junta, se nota mucho el impacto porque quitan toda la vegetación. En un radio grande a donde van a tomar agua o están los corrales, dejan bien pelón, quitan la vegetación y es donde empieza a ver erosión; ya con el suelo desnudo, el aire empieza a llevarse el suelo, luego viene el agua y se lleva una parte, que es otro de los efectos que tiene sobre el suelo” – Guardaparque (J.H., 29 de julio de 2019, comunicación personal).*

*“El suelo se deteriora poquito más porque resulta que, aunque el año es seco, sigue habiendo ganadería porque la gente apenas se está preparando con los programas de manejo que estamos trabajando con ellos, pero la gente todavía, aunque el año sea seco la gente no vende, prefieren tener el ganado porque todavía como que no se quitan esa ganadería tradicional, entonces prefieren que se les mueran a venderlas; pero al ser año seco, el ganado impacta más porque le empiezan a rascar a los pastos perennes, empiezan a comer entonces disminuye esa cobertura vegetal que tienes de los perennes, pero haces que empiece la erosión del suelo, como la presencia de cárcavas, canalillos; entonces, todo eso merma con el movimiento del ganado y con el uso que le dan al terreno” –Guardaparque (R.G., 18 de julio de 2019, comunicación personal).*

*“Pues, la cubierta vegetal, es lo primero que vas a ver, empiezan a irse degradando, hablando de especies perennes, si consideramos el pastizal; el pastizal se empieza a perder plantas dentro de los mismos macoyos, entonces empieza a morir la planta, no se muere en un año de sequía, pero si empieza a perder ese vigor, empieza a ir disminuyendo el número de macoyos” –Guardaparque (B.R., 8 de julio de 2019, comunicación personal).*

*“Híjole pues más degradación, porque si los ganaderos no cambian sus prácticas, sino toman en cuenta está variabilidad de las lluvias, pues ellos siguen sobre pastoreando y dejando sin cubierta vegetal al suelo, y pues se va perdiendo el suelo por la erosión acelerada y pues si no hay suelo, no hay vegetación y si no hay vegetación no hay fauna; entonces, están afectando directamente a especies como la tortuga que depende del pastizal y su salud; incluso hasta especies tope como el águila real que depende también de un ecosistema pastizal saludable, entonces, y pues directamente sobre la gente, pues sino están bien sus agostaderos y esta variabilidad de las lluvias, pues se van a degradar más y no van a poder producir lo que necesitan para subsistir, para vivir bien” –Consultor externo (I.G., 13 de septiembre de 2019, comunicación personal).*

La última subcategoría albergó información referente a los impactos que la sequía trae sobre el ganado. El tipo de ganado en la reserva, en mayor proporción es vacuno y en su mayoría resultado de cruzas entre bovinos de raza y criollo (Figura 4-9). Los rancheros enfatizaron que las condiciones climáticas no permiten la adquisición de bovinos de raza

pura. Tanto los rancheros como guardaparques no conocen con exactitud la densidad de vacas en la reserva (Cuadro 4-11).

Cuadro 4-11. Percepción sobre la densidad de vacas en la reserva.

<i>“En el ejido, póngale que tengamos, vamos a hablar a nivel ejido, unos 200 animales a lo mejor poquito más pero más o menos” –Ranchero (E. H., 4 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“Es que aquí como son terrenos, digamos pues no aptos para tener ganado de registro, tienen que ser cruzado, más adaptado aquí o criollo porque hay veces que llegar a la pureza pues no podemos porque no son años así digamos seguros de que va a llover este año y el otro” – Ranchero (E. H., 4 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“No con mucha precisión, se habla de alrededor de unas 8 a 10 mil cabezas de ganado; seguramente son muchísimas más pero no conozco con precisión el dato, y ni tampoco de las razas” –Guardaparque (J.H., 29 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“En promedio más o menos unas 50 vacas por kilómetro” –Guardaparque (R.G., 18 de julio de 2019, comunicación personal).</i>

El alimento que proveen los rancheros a las vacas cuando el pastizal en la reserva no es suficiente es en su mayoría, pacas de alfalfa, de avena y maíz molido. Algunos de ellos mencionaron que anteriormente alimentaban a las vacas con pollinaza<sup>7</sup> pero, a partir de que surgió la iniciativa del proyecto de carne orgánica, los rancheros involucrados, en apego a los requerimientos de dicho proyecto han dejado de utilizarla.



**Figura 4-9. Ganado en la Reserva de la Biósfera Mapimí.**

<sup>7</sup> La pollinaza se define como la mezcla de excretas, plumas y residuos de la producción intensiva de aves de engorda.

La noticia periodística “Logran certificación de carne orgánica para área protegida” comunica que 19 rancheros de la RBM obtuvieron la certificación de carne orgánica en el año 2018, la cual fue expedida por la Certificadora Mexicana de Productos y Procesos Ecológicos S.C. ello permite comercializar la carne de los bovinos con el sello de producto orgánico (*El Sol de la Laguna*, 2 de diciembre de 2018).

En palabras de uno de los integrantes del proyecto carne orgánica:

*“Mire, nosotros pertenecemos a un grupo de productores de carne orgánica entonces, por eso precisamente tratamos de tener poquitas para no suplementar con nada, porque si tuviéramos que suplementar tendríamos que comprar alimento orgánico y no hay en el mercado disponible...”*  
(F.H., 4 de julio de 2019, comunicación personal).

### **Categoría 3. Adaptaciones previas a la estrategia del terraceo**

Las respuestas de la subcategoría sobre la definición de adaptación permitieron conformar cuatro grandes grupos (Cuadro 4-12). En el primero, los entrevistados perciben a la adaptación con base en lo que sucede a su alrededor, y a partir de ello, consideran se deben tomar acciones o medidas que permitan sobrellevar dicha situación. El segundo grupo relaciona a la adaptación con la condición del clima. En el tercero, los entrevistados priorizan las necesidades del ganado cuando definen dicho concepto. Por último, en el grupo cuatro, las respuestas de algunos de ellos evidencian que aún no conciben dicho término.

Cuadro 4-12. Grupos de percepción sobre la definición de adaptación.

Primer grupo	Segundo grupo	Tercer grupo	Cuarto grupo
<p>“La adaptación es entender las condiciones actuales de lo que está pasando en tu región, en tu comunidad o en tu terreno para después hacer acciones que contrarresten y te pueda ir un poquito mejor”-Guardaparque (R.G., 18 de julio de 2019, comunicación personal).</p>	<p>“Como le digo, aquí el periodo de lluvias nos dura todo un año o no nos dura, porque el año pasado fue muy bueno, haga de cuenta tuvimos lluvias todavía en noviembre, diciembre. Pero ahorita en el laxo que va del año, nomás dos o tres veces nos ha llovido”-Ranchero (R.C., 11 de julio de 2019, comunicación personal).</p>	<p>“Uno está adaptado aquí, pero por ejemplo los animales también tienen que adaptarse al terreno donde está, eso cuenta mucho; por ejemplo, un animal, nosotros que criamos animales que estén bien adaptados al terreno porque si los cambia a otro terreno pues no se adaptan, así pues, batallan para adaptarse y si el año es malo pues peor”-Ranchero (R.M., 22 de julio de 2019, comunicación personal).</p>	<p>“Adaptación de quién, de nosotros o de que. Pues no”-Ranchero (A.R., 29 de junio de 2019, comunicación personal).</p>
<p>“Es la manera en como tú te empiezas a ir acoplando a los cambios que pudieran estar pasando en cierta situación, es como te vas acomodando, como vas haciendo fortalezas para poder estar subsistiendo en ese medio, o en ese lugar”.-Guardaparque (B.R., 8 de julio de 2019, comunicación personal).</p>	<p>“Pues ir más o menos de la mano con el cambio climático, tratar de irnos adaptando precisamente como nosotros a las sequías, en este caso, nosotros estamos haciéndolo, por ejemplo, recortamos el número de ganado, antes teníamos muchas y no era costoso, aparte había que meterles mucha pastura en tiempos de seca, eso es una manera de adaptación que estamos tratando de adaptarnos a los cambios actuales”-Ranchero (F.H., 4 de julio de 2019, comunicación personal).</p>	<p>“Pues que los animales se adapten al terreno, que coman lo que hay en el terreno”-Ranchero (C.L., 22 de julio de 2019, comunicación personal).</p>	<p>“Bueno pues la adaptación será de, no tengo idea de que será la adaptación porque puede ser adaptar pues cualquier medida o algo, no le entiendo a eso”-Ranchero (J.R., 29 de junio de 2019, comunicación personal).</p>
<p>“Es una serie de medidas que se pueden llevar para poder sobrellevar alguna situación extrema o atípica que sucede, entonces digamos que implementas algunas técnicas o algunas medidas que te ayuden a que el daño sea menor”-Guardaparque (J.H., 29 de julio de 2019, comunicación personal).</p>	<p>“Aclimatarse a los cambios, aquí en este lugar que es medio desierto, adaptarse para sobrevivir a como este el clima, el tiempo, porque son muy duros no se sabe se haga frío, si haga mucho calor, si llueve o no llueve” -Ranchero (J.L., 22 de julio de 2019, comunicación personal).</p>	<p>“¿Adaptación cómo de qué?, ¿de los animales a la seca? Entiendo como que adaptarse a algo, por ejemplo, a la sequía, a las lluvias, que ya llueve cada nunca. Así entiendo yo”-Ranchero (J.R., 29 de junio de 2019, comunicación personal).</p>	<p>“¿Qué será?, no sé qué es”-Ranchera (T.Q., 2 de julio de 2019, comunicación personal).</p>
	<p>“Por ejemplo, si usted llega aquí, pues que se adapte, que el clima la favorezca, me imagino que eso es una adaptación. Si no está acostumbrada se tienen que adaptar”-Ranchera (C.R., 9 de julio de 2019, comunicación personal).</p>	<p>“La adaptación, pues que yo me adapto aquí a lo que vivo, a lo que hago, a mi trabajo, aquí de mi tierra” -Ranchero (S.G., 2 de julio de 2019, comunicación personal).</p>	<p>*No contestaron</p>

Anteriormente, no había potreros definidos, lo que ocasionaba que los rancheros transportaran a sus animales a predios con pasto disponible. Ello provocó que comenzaran las rentas de agostaderos dentro y fuera de los límites de la reserva.

Uno de los guardaparques comentó que existieron algunas exclusiones. Las exclusiones son terrenos de descanso. Destacó que entre los años 1980 y 1990, la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) propició la exclusión de áreas sin considerar otro tipo de manejo.

Cuadro 4-13. Percepción sobre las adaptaciones previas al terraceo en la reserva.

<i>“No, antes nomás eran puros presones, que eran los que teníamos para distribuir, bueno que agarraran agua y que el ganado se distribuyera” -Ranchero (R.C., 11 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“En aquel tiempo, no había potreros, los terrenos estaban todo libres, entonces, el ganado si llovía en una parte muy lejos, se movía cuando llovía, ya después ellos iban y los juntaban, los arrimaban al terreno de ellos” –Ranchero (J.H., 2 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“Pues sí, porque de entrada están los presones o cuerpos de agua, pues prácticamente en la reserva se dedican a la ganadería, entonces esos cuerpos de agua se hicieron para poder tener agua disponible para las vacas, tanto en temporada de lluvia como en temporada de sequía” –Guardaparque (J.H., 29 de julio de 2019, comunicación personal).</i>

En general, las adaptaciones previamente a la promoción del terraceo en la reserva se derivaban del conocimiento local; no se incluían formalmente en planes o programas. Los entrevistados señalan que persistía la falta de asesoría técnica.

Cuadro 4-14. Comentarios sobre la falta de conocimiento, recursos y asesoría técnica previo al terraceo en la reserva.

<i>“Hubo un año, no me acuerdo, una sequía muy fuerte, veías no sé, 15 vacas así en el camino tiradas, la gente se les moría el ganado porque no prevenían nada, no había manejo de agostaderos considerando la sequía. No había mucho conocimiento técnico” -Consultor externo (I.G., 13 de septiembre de 2019, comunicación personal).</i>
<i>“Pues sí, era lo que se manejaba antes de hacer presones y como antes pues como no era área natural protegida y no se miraba en sí el problema que se podía ocasionar, porque si ocasiona hacer presones, porque detenemos el flujo de agua y aguas abajo pues se nos muere la vegetación. Pero antes no se tenía ese conocimiento y era necesario como le digo para distribuir el ganado que no se concentrara en una sola, era la forma de manejo sin cerco” - Ranchero (R.C., 11 de julio de 2019, comunicación personal).</i>

*“No, últimamente es cuando se ha estado haciendo con la CONANP, es que esos trabajos salen muy caros y pues uno pues no tiene los recursos para hacerlos”*  
-Ranchero (J.R., 29 de junio de 2019, comunicación personal).

#### **Categoría 4. Adaptaciones con la estrategia de la CONANP**

Las áreas donde se construyen los bordos semicirculares se conocen como “*peladeros*” o “*barriales*” (Figura 4-10), son áreas en las que la degradación del suelo es aún más evidente, carecen de cobertura vegetal y/o las corrientes de agua son constantes (Cuadro 4-15).

Cuadro 4-15. Percepciones sobre las características de las áreas en donde se implementan los bordos semicirculares.

*“En las partes sin vegetación, ahí se restaura o donde corre más fuerte el agua, que se lleva todo el agua y que no se destiende, ahí es donde se hacen las reforestaciones tanto de presas como de microcuencas”* –Ranchera (C.R., 9 de julio de 2019, comunicación personal)

*“Miramos donde está más deteriorado el terreno; donde está más deteriorado. Donde se va el agua que se va por puras corrientes, ósea para sacarla de las corrientes, de los arroyos. Para que se destiende en el terreno, pa´que se empaste más bien”*-Ranchero (J.H., 2 de julio de 2019, comunicación personal).

*“Pues casi siempre busca uno los lugares donde no hay pasto. Nosotros le llamamos barriales, que son áreas que no tienen nada de vegetación, ni mezquites, ni arbustos ni nada, son solo llanos; ahí decidimos hacerlo”*-Ranchero (J.R., 29 de junio de 2019, comunicación personal).



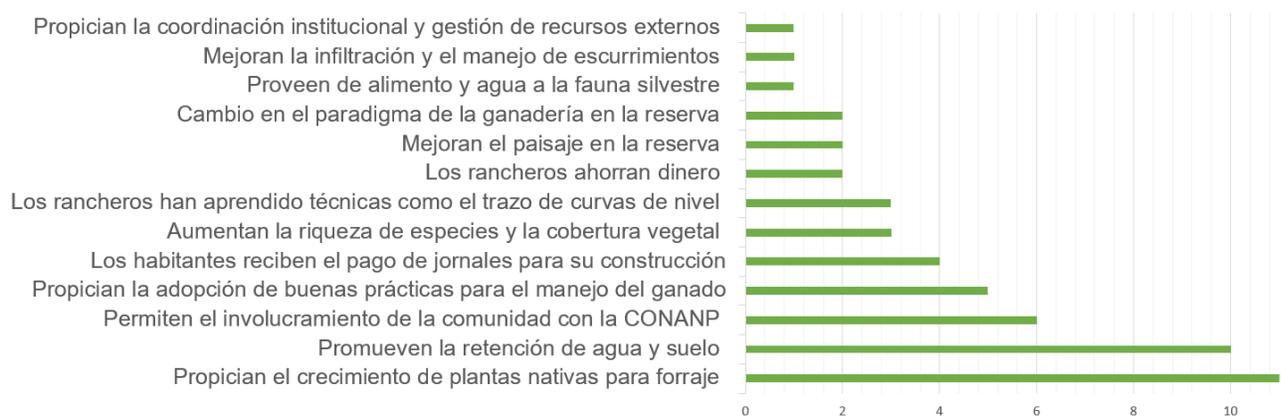
**Figura 4-10. Sitio destinado a restauración en el ejido La Flor de Mapimí.**

Entre las respuestas de los entrevistados, algunos coinciden en que el persistente trabajo por parte de los guardaparques sobre educación ambiental y la presencia institucional resultaron ser clave para que los habitantes accedieran a implementar el terraceo.

Los entrevistados describen actividades para el manejo ganadero, las cuales se combinan con las obras de conservación de suelo y agua para lograr la restauración de suelos. Tal es el caso del empadre controlado, que se refiere a que las vacas conciban a sus crías solamente cuando los rancheros lo requieran; el “fren” como ellos lo nombran, que consiste en deshacerse del ganado que no cumpla con ciertas medidas, a fin de ahorrar forraje. Y, también, la delimitación y rotación de potreros.

En el caso del ejido La Flor, los rancheros dotan de agua al ganado que se encuentra en los potreros por medio de un sistema de mangueras que están conectadas a un pozo. Anteriormente, existía un solo abrevadero en los asentamientos del ejido; entonces el ganado tenía que trasladarse largas distancias para beber agua lo que ocasionaba que perdieran peso (E. H., 4 de julio de 2019, comunicación personal).

Los principales beneficios que son reconocidos por los rancheros sobre los bordos semicirculares como práctica de conservación de suelo y agua (del mayor al menor número de veces señalado) se presentan en la Figura 4-11.



**Figura 4-11. Beneficios percibidos en relación a los bordos semicirculares.**

Uno de los guardaparques informó que, pese al esfuerzo de la CONANP, persisten las prácticas de la ganadería tradicional que degradan al suelo. Argumentó que es cuestión de tiempo para que los rancheros se apropien de las buenas prácticas ganaderas.

### **Categoría 5. Participación, adopción y recomendaciones a la estrategia**

Esta categoría agrupó percepciones relacionadas con la participación y adopción de los rancheros sobre la implementación de los bordos semicirculares y también sobre las recomendaciones para mejorar la estrategia promovida por la CONANP.

La mayoría de los entrevistados concuerdan en que los rancheros se apegan a los requerimientos técnicos de la CONANP para construir los bordos, pero cuando ha sido necesario, tanto los guardaparques como los rancheros han acordado realizar algunas modificaciones para mejorar el funcionamiento de la obra.

Algunos coinciden, en que es necesario, contemplar y reforzar la etapa de evaluación de las obras. Comentan, podrá ser posible cuando la dirección de la RBM cuente con más personal y equipo suficiente (Cuadro 4-16).

Cuadro 4-16. Percepciones sobre la evaluación de los bordos semicirculares.

<i>"...la evaluación es una parte muy importante pero no hay suficiente personal para que se haga año con año en cada uno de los proyectos en el que se construyen las obras, entonces digamos que se hace en ciertos sitios y de ahí se trata de sacar un poco de información para sustentar lo que se está haciendo..."-Guardaparque (J.H., 29 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>"No se ha hecho, pero antes de eso, se hizo un monitoreo de vegetación; pero yo creo que se va a volver a hacer otra vez, ahora ya que están esos bordos sirviendo"-Ranchero (J.H., 2 de julio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>"Pues nosotros si hacemos, como ahorita que salió el programa este de PROVICOM, hacemos este monitoreo de vegetación, pero ya nosotros les entregamos los resultados a ellos y ellos son los que sacan la evaluación"-Ranchero (A.R., 29 de junio de 2019, comunicación personal).</i>
<i>"Si se están haciendo principalmente en tiempos como ahorita; bueno primero este, no había nada y ahorita ya estamos viendo, pero año tras año, de perdida le sacamos fotos.."-Ranchero (J.R., 29 de junio de 2019, comunicación personal).</i>

Además, sugieren definir un tiempo de descanso en los sitios en donde se han establecido los bordos, a fin de que se propicien las condiciones necesarias para la revegetación y establecer un programa de rehabilitación de los bordos, ya que, después de algún tiempo, tanto la fuerza de las corrientes de agua como el pisoteo del ganado los deterioran, y con ello, la obra pierde funcionalidad.

Uno de los guardaparques enfatizó que es necesario incorporar el componente de manejo del paisaje en la estrategia de restauración, pues considera, la construcción de bordos es una acción menor en comparación con la superficie total de la reserva. Otros dos guardaparques mencionaron que, las técnicas del manejo ganadero necesitan fortalecerse, contemplando los recursos económicos en el mediano y largo plazo. Entre las practicas que consideran, mejorarían la estrategia, señalaron la técnica “*keyline*” que incentiva la infiltración a través del trazo de curvas de nivel, o de una forma más económica, a través de la ganadería regenerativa.

**Cuadro 4-17. Recomendaciones a la estrategia.**

<p><i>"Trabajar más la comunicación y la difusión, pero ya no quedarse solo en trípticos, en platiquitas, en las dinámicas de educación ambiental, utilizar otros medios que le lleguen a la gente, cine documental, cortos, que se hagan proyecciones de documentales, de videos, para que la gente sepa lo que está pasando; sino puedes mover a la gente de un ejido a otro pues si puedes mover un video y hacer cine en la noche, poner cine en las comunidades para que sepan que está pasando en otras áreas protegidas, en otros lugares, que la estrategia pueda destinar fondos para que la gente viaje, no solo los ganaderos, sino también las esposas de los ganaderos, los hijos, los jóvenes que pronto van a tomar decisiones sobre cuanto ganado van a tener y superficie en restauración y así, yo creo que eso es lo que les sugeriría"-Consultor externo (I.G., 13 de septiembre de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>"Yo creo que para que mejorara lo que ya se tiene, sería de entrada, tener un banco de semillas permanente, o una fuente de semillas permanente, para que cada obra que se construya, en este caso son bordos semicirculares, pero también hay microcuencas, también hay presas filtrantes, y que cada obra que se construya pudiera ser sembrada con semillas del sitio, semillas nativas, eso ayudaría mucho a avanzar en la recuperación...Otra más sería, un poco más de personal para el área para que se tenga el suficiente tiempo para poder supervisar todas las obras necesarias, en tiempos y fechas adecuadas porque se hace supervisión, pero es mucha la extensión y muchos los proyectos que hay veces que no se les puede dar la atención completa"-Guardaparque (J.H., 29 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>"En este caso, la falta de personal y equipo, vehículos para poder trabajar de la mejor manera, si limita el accionar, esto nos obliga a que busquemos otras fuentes. Entonces, tenemos que buscar la manera de tener más personal, aunque sean pagados por otras fuentes, pero sí que nos ayuden a tener más impacto en nuestro accionar dentro de la reserva; y esto, porque creo que el concepto de manejo y lo que se ha logrado en la reserva, ha impacto en la zona de influencia, entonces la zona de influencia está demandando atención por parte de nosotros, pero cómo se la damos si no me la acabo con la que traigo adentro"-Director de la reserva (C.V., 29 de julio de 2019, comunicación personal).</i></p>
<p><i>"...yo digo que necesitamos hacer un poquito más, en el sentido de adaptar una planta más nativa de aquí de la región que tenga la oportunidad de que con cualquier lluvia se fortalezca porque haga de cuenta, las plantas anuales aquí, llega la lluvia, un aguacero y sí luego luego germina la semilla, pero si ya no les cae, se queda bien chiquitita, pero si alcanza a echar semilla. De buscar una planta o un pastizal, de que, con poca lluvia, pudiera ser más eficiente, bueno a las condiciones del terreno de aquí"-Ranchero (R.C., 11 de julio de 2019, comunicación personal)</i></p>

Por otra parte, tres de los rancheros entrevistados argumentaron que, al residir en las comunidades más alejadas, resulta difícil cumplir con los requerimientos de las reglas de operación de los programas PROCODES y PROREST de la CONANP y con ello disminuye la posibilidad de que participen en la estrategia.

En palabras de dos ganaderos que residen en comunidades del centro de la reserva:

*“... si es factible hacerlos, pero se nos pone una dificultad de que a la hora de hacer eso, las personas para hacer el contrato, somos muy poquitos, no contamos con las personas aquí, aunque quierámos, hay localidades que de aquí a Ceballos son la más cerca 60km, tenemos que ir y venir para juntar las personas que sean de confianza y pues tengan el modo de poder también como dicen traerlos para todo lo que se necesite”-Ranchero (J.L., 22 de julio de 2019, comunicación personal).*

*“Porque yo de aquí no puedo salir a buscar firmas, me sale carísimo, ahorita la gasolina simplemente para ir a traer mandado pues es un dineral de pura gasolina. Y luego que vienen y que hay que llevar a firmar papeles, son un chorro de veces las que tiene uno que buscar a las personas que nos tienen que firmar, y pues aquí estamos muy solos, muy retirados” –Ranchero (R.M., 22 de julio de 2019, comunicación personal).*

# Capítulo 5.



## **Capítulo 5. Discusión**

El constante cambio en la temporalidad de las lluvias, su tendencia a lo torrencial y la persistencia del calor, propicia la mortandad del ganado y la erosión del suelo expuesto. Estos son los procesos que, de manera unánime, señalaron los entrevistados sobre la sequía en el contexto de la variabilidad climática en la RBM. De acuerdo con Ortega-Gaucin y Velasco (2013), el fenómeno de la sequía es reconocido más por sus efectos que en sí mismo.

Los entrevistados sugieren que la temporada de lluvias se retrasa y que el patrón ha cambiado, los eventos de lluvia son más intensos, de corta duración y distribuidos heterogéneamente en el paisaje de la RBM. Estos hallazgos coinciden con los datos meteorológicos históricos presentados en la descripción del área de estudio y también por lo documentado por López-Pardo (2019) quién tomó como caso de estudio al ejido La Soledad (noroeste de la reserva). En su estudio, López-Pardo concluye que los rancheros de La Soledad perciben un patrón de lluvia heterogéneo en el paisaje, describen que la lluvia cae en manchones pequeños y aleatorios, además de ser de fuerte intensidad.

Esto también ha sido reportado en otras áreas naturales protegidas del país (Olmos *et al.*, 2013; López-García y Manzano, 2016; Barrasa, 2017). Lluvias intensas y frecuentes, cambios en el volumen o desaparición de cuerpos de agua superficiales es lo que Olmos *et al.* (2013) documentó en siete ANP de ecosistemas áridos y semiáridos de Baja California Sur. López-García y Manzano (2016, 114) reportan que: “Los productores mencionan que, a través del tiempo, han identificado un cambio en el clima, y relacionan el aumento de temperatura y los cambios en los patrones de precipitación con el fenómeno del cambio climático”. Entre los hallazgos de Barrasa (2017, 62): “Los campesinos de la costa de Chiapas perciben cambios en el clima local, de manera particular en relación con el aumento de las temperaturas, pero sobre todo con el cambio en el patrón de lluvias y la intensidad de estas”.

La estrategia de los bordos semicirculares en la RBM fue diseñada específicamente para las condiciones biofísicas, sociales y culturales de la región. La CONANP propuso en el año 2002 la adopción de este tipo de terracedo a través de subsidios gubernamentales. Los bordos semicirculares se implementaron por primera vez en una parcela del Rancho Guadalupe, después se incorporaron otras técnicas y obras de conservación de suelo y agua (microcuencas, presas y bordos de piedra acomodada, siembra de pastos nativos y buenas prácticas ganaderas) que han conducido cambios en la ganadería tradicional. Esta estrategia de la CONANP es una fuente de ingreso para los ejidatarios, ya que reciben el pago de jornales por su construcción; incluso algunos ejidatarios consideran que el ingreso por construir bordos semicirculares es mucho mayor al que perciben por otras actividades productivas (López-Pardo, 2019).

Las obras de conservación de suelo y agua se han implementado en suelos degradados tomando como referencia la evaluación de Ramírez-Carballo (2008). La degradación del suelo en la reserva aumenta por la erosión y el sobrepastoreo. Afectando así a los habitantes de la misma porque dependen del pastizal para la cría del ganado, pero, al mismo tiempo, los habitantes propician el sobrepastoreo, impactando de forma indirecta a especies clave como la tortuga del bolsón y el águila real que dependen del ecosistema pastizal para satisfacer sus necesidades de hábitat.

Presumiblemente, la superficie de bordos semicirculares en la reserva es menor en comparación con la superficie total de la misma (Figura 4-3). Para tener un efecto visible y favorable sobre el suelo, las terrazas deben abundar en el paisaje, algo señalado desde hace décadas (Howard y Griffiths, 1966). No obstante, es preciso mencionar que este estudio no pretende evaluar directamente la eficacia o utilidad de los bordos como método técnico-físico sino como una práctica que cumple un papel en la estructura social de la reserva.

Aunque la práctica del terracedo en la RBM en principio es sostenible, las condiciones biofísicas y sociales del área han dificultado su eficiencia. La eficacia de la obra depende de la precipitación y los rancheros esperan resultados visibles y tangibles en el corto

tiempo. Ante ello, la combinación de los bordos con la adopción de buenas prácticas ganaderas ha propiciado que los rancheros reconozcan que se deben hacer ajustes en la ganadería tradicional. Acerca de esto, en el Manual de Captación de Agua de Lluvia de la FAO, del que se apoyan para construir los bordos, se especifica que es importante introducir un programa aceptable y apropiado de manejo del agostadero para evitar el sobrepastoreo y la degradación posterior al establecimiento (FAO, 1997).

En este sentido, se reafirma lo que Reyes *et al.* (2019) documentaron, algunos de los ejidatarios opinan que muchos de los programas de manejo ganadero en la reserva están bien adaptados, pero la escasez de agua sigue afectando la disponibilidad de forraje. Destacan, que los rancheros requieren orientación sobre cómo manejar el agua para su ganado, y así mejorar sus condiciones de vida.

Por otra parte, algunos de los entrevistados identificaron diferentes circunstancias por las cuales podrían dejar de implementar los bordos semicirculares, como algunos de los requerimientos (p. ej. cantidad de personas para conformar el grupo organizado) estipulados en las reglas de operación de los programas subsidiarios, los cuales pueden obstaculizar el acceso a los recursos por parte de los rancheros de las comunidades del centro de la reserva quienes tienen que trasladarse a las ciudades más cercanas para conseguir la documentación de sus familiares cercanos y con ello dar cumplimiento a los requisitos; así como la falta de compromiso de rancheros de comunidades vecinas, quienes únicamente consideran a la estrategia como una fuente de empleo temporal.

Los incentivos para que los rancheros mantengan los bordos semicirculares en la RBM son diversos y corresponden a cuestiones socioeconómicas, biofísicas e institucionales. Tales como prevenir la erosión del suelo, mejorar su capacidad de infiltración, incentivar el crecimiento de plantas nativas para forraje y creación de empleos locales. Sin embargo, las estrategias basadas en incentivos han sido controversiales en varios contextos (forestales, servicios ecosistémicos, cambio climático, etc.) creando externalidades no deseadas. Varias de las razones aluden a una codependencia de los recursos públicos y a una homogeneización de las diversas capacidades de los agricultores o ganaderos y/o

a las características geográficas específicas (Tompkins y Eakin, 2012). En este sentido, y pensando en un horizonte deseable donde los habitantes de la RBM pudieran gestionar de forma sostenible los recursos de su territorio, sería interesante ver qué estrategias de adaptación al cambio climático implementadas persistirían en caso de que los recursos financieros necesarios para su implementación desaparecieran.

De igual manera, en el entendido de que la sequía es mayormente reconocida por sus efectos (Ortega-Gaucin y Velasco, 2013), sería interesante ver de qué forma los beneficios percibidos por la práctica del terraceo pudieran integrarse en indicadores de evaluación de la misma. De acuerdo con Knutson *et al.* 2011, una forma sencilla de evaluar el éxito de cualquier práctica adoptada es a través de los registros financieros de los rancheros, ya que pueden ser tomados como principal evidencia de que ayudan a sobrellevar la sequía.

Por otra parte, los bordos han sido implementados a través de recursos internos y externos. Esta estrategia coadyuva al cumplimiento de los objetivos y metas de los instrumentos, planes y programas con los que se vincula. Tales instrumentos, establecen que es esencial involucrar a los habitantes en los esfuerzos orientados a la restauración de suelos y adaptación a sequía. Esto coincide con propuestas académicas, como lo señalado en Bocco y Napoletano (2017,7): “Cualquier intento de promoción del terraceo como una adaptación al cambio climático, debe involucrar la participación activa de los campesinos y ser muy sensibles a sus situaciones y necesidades individuales”.

Por ejemplo, el Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Mapimí (CONANP, 2006) plantea que la participación comunitaria debe alinearse con la implementación de las acciones de restauración de suelos. Por su parte, el Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo Cuenca Mapimí establece que, difundir información precisa sobre el cambio climático sensibilizará a los actores locales y propiciará su participación en las acciones de adaptación que se realicen en el territorio (CONANP, 2014b, 65).

La evaluación participativa de la degradación del suelo de Ramírez-Carballo (2008) resultó conveniente para lograr el involucramiento de la comunidad en la estrategia. En el mismo orden, la CONANP generó dos manuales de educación ambiental (CONANP, 2007 y CONANP, sin publicar) que facilitan la comprensión de las implicaciones derivadas de la sequía y su relación con la ganadería, ello ha posicionado al terraceo como una posible solución para abastecer de agua y forraje al ganado.

Los recursos para desarrollar los proyectos de construcción de bordos semicirculares son gestionados por la CONANP y algunos en colaboración con ONG como PRONATURA NORESTE A.C. y CAME S.C. Por ello, es necesario que las ONG que colaboran con la RBM, generen material relacionado con las lecciones de aprendizaje sobre la implementación del terraceo en la reserva. Las fortalezas, desafíos y limitaciones sobre el terraceo como estrategia de adaptación al cambio climático son cuestiones que deben ser exploradas (Bocco y Napoletano, 2017).

Por último, la principal limitante de la investigación fue la duración del trabajo en campo, ya que el terraceo en la RBM se desarrolla durante el año fiscal. Es decir, la estancia en campo únicamente coincidió con la etapa de planeación, específicamente con las actividades de monitoreo de vegetación y delimitación de sitios para el establecimiento de los bordos semicirculares. Presenciar la construcción de los bordos y la evaluación de los sitios donde ya han sido establecidos, hubiera enriquecido aún más los hallazgos de la investigación.

# Conclusión



## **Conclusión**

La investigación analizó un tipo de terraceo (bordos semicirculares) como estrategia de restauración de suelos y adaptación a la sequía en la Reserva de la Biósfera Mapimí (RBM), en el centro norte de México. En esta región, la sequía se acentúa por la variabilidad climática (IPCC, 2014). Se identificó que los bordos semicirculares, al conservar la humedad del suelo, favorecen el establecimiento de especies de pasto nativo, y con ello, ayudan a controlar la erosión, a proveer de forraje al ganado y de hábitat a la fauna silvestre. Así, estas terrazas se han convertido en la principal estrategia de adaptación a la sequía en la RBM. Tal estrategia se enmarca en los objetivos, ejes y líneas de acción referentes a la adaptación al cambio climático y estipulados en instrumentos del Programa MaB-UNESCO y CONANP. Establecer los alcances del terraceo y su relación con instrumentos de política ambiental fortalece los hallazgos de otros casos de estudio en otras ANP en México y zonas rurales.

Los rancheros manejan el ganado en función de los cambios estacionales y anuales en la disponibilidad de agua de lluvia y forraje. Esto sugiere que existe conocimiento local sobre la variabilidad climática y sus efectos. Tal como en otros casos análogos, perciben el retraso en la temporada de lluvias, el cambio en la intensidad de las mismas y el incremento en la temperatura y su impacto en sus actividades productivas.

Además, cuentan con conocimiento local acerca de la degradación del suelo causada por la erosión y el sobrepastoreo. Este conocimiento resulta de la experiencia adquirida a través del control de escurrimiento de pequeños arroyos mediante enramadas y de la construcción de presones en el pasado. Más recientemente, gracias a la adopción del terraceo y de buenas prácticas ganaderas promovidas por la CONANP.

La importancia de los bordos en la RBM ha sido tal, que los entrevistados reconocen unos 13 beneficios asociados a esta práctica; los mismos, se relacionan con cuestiones socioeconómicas, biofísicas e institucionales. Sin embargo, como en otros estudios, la eficiencia de la práctica está condicionada principalmente por el manejo ganadero. La

reciente oportunidad del proyecto de carne orgánica busca la rentabilidad de la actividad y con ello la permanencia de la práctica.

El desafío ahora consiste en, cómo involucrar a otros rancheros y a sus familias en la estrategia, ya que existe un alto nivel de emigración por la escasez de agua para el ejercicio de la ganadería extensiva. Los migrantes se dirigen a las ciudades que conforman la Comarca Lagunera (Lerdo y Gómez Palacio en Durango y Torreón en Coahuila) en busca de empleos mejor remunerados (López *et al.* 2010). Por ello, es necesario encontrar formas de compartir las experiencias de organización para la implementación del terraceo. De modo que estas experiencias puedan transferirse a otras áreas protegidas y zonas rurales con problemáticas similares.

Finalmente, la investigación contribuyó al estudio de la percepción y adaptación sobre cambio climático en Áreas Naturales Protegidas, tema relativamente incipiente en México, y al estudio del terraceo agrícola como mecanismo de adaptación a variabilidad climática. La información generada fortalecerá los lineamientos de la estrategia en la reserva, para lo cual será compartida con los funcionarios de la RBM y los ganaderos involucrados en la misma. Asimismo, contribuirá al diseño de otras políticas públicas ambientales encaminadas al mismo objetivo.

# Bibliografía



## **Bibliografía**

- Aguirre, R. y Negrete, L. 2017. Aridez y sequía, conceptos climáticos relevantes para el altiplano potosino. *Universitarios Potosinos* (216) 12-17.
- Altieri, M. A. y Koohafkan, P. 2008. *Enduring Farms: Climate Change, Smallholders and Traditional Farming Communities*. Third World Network. Malaysia.
- Altieri, M. y C. Nicholls. 2009. "Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas, *Leisa*, vol. 24 (4).
- Anderson, R. 2002. A short history of the Coon Creek Watershed Demonstration Project and the creation of a new agency to conserve American land, the Soil Erosion Service. Renamed the Soil Conservation Service in 1935, this USDA agency was the forerunner to today's Natural Resources Conservation Service, *Wisconsin Academy Review*, vol. 48 (2).
- Arnés, E., Díaz-Ambrona, C., Marín-González, O y Astier, M. 2018. Farmer Fields Schools (FFSs): A Tool Empowering Sustainability and Food Security in Peasant Farming Systems in the Nicaraguan Highlands, *Sustainability* (10): 3-24
- Austria-Martínez, P. y Patiño-Gómez, C. 2012. Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y Ciencias del Agua* (3): 5-20
- Barral, H. 1988. El hombre y su impacto en los ecosistemas a través del ganado. En C. Montaña (Ed.), *Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biósfera Mapimí*. I. Ambiente natural y humano. Instituto de Ecología A.C., México D.F. pp 241-268.
- Barral, H. y Hernández, L. 1992. Reseña del poblamiento y de la ganadería en el Bolsón de Mapimí. En Del Houme, J.P. y Maury, M.E. (Ed.), *Actas del seminario Mapimí*. Instituto de Ecología A.C., México D.F. pp 257-269.
- Barrasa-García, S. (2017). Percepción del cambio climático en comunidades campesinas de la Reserva de la Biósfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Cuadernos Geográficos* 56(3),44-65.
- Becerra, A. 1999. *Escorrentía, erosión y conservación de suelos*. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 376p.
- Benítez, H., Arizmendi, C. y Márquez, L. 1999. Base de datos de las áreas de importancia para la conservación de las aves. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Bocco, G. 1991. Traditional knowledge for soil conservation in central Mexico. *Journal of Soil and Water Conservation*, 46(5), 346–348.
- Bocco, G. y Urquijo, P. 2013. Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. *Región y Sociedad*. (56): 75-101.
- Bocco, G. 2019. El conocimiento local y la modificación de la oferta de servicios ecosistémicos: el caso de las terrazas. En Paruelo, J. y P. Laterra (Eds.) *El lugar de la naturaleza en la toma de decisiones*.

- Servicios Ecosistémicos y Ordenamiento Territorial Rural. Fundación CICCUS. Buenos Aires. pp. 345-355.
- Bocco, G. y A. WinklerPrins. 2015. "General principles behind traditional environmental knowledge: the local dimension in land management", *The Geographical Journal*, vol. 182 (4): 375- 383.
- Bocco, G. y Napoletano, B. (2017). The prospects of terrace agriculture as an adaptation to climate change in Latin America. *Geography Compass* 11(10). DOI: 10.1111/gec3.12330
- Bocco, G., Solís, B., Orozco-Ramírez, Q. y Ortega-Iturriaga, A. 2019. La agricultura en terrazas en la adaptación a la variabilidad climática en la Mixteca Alta, Oaxaca, México. *Journal of Latin American Geography* (1): 141-168.
- Camacho, F. (2016). Adaptación basada en ecosistemas: El caso de las áreas naturales protegidas [diapositivas de power point]. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171784/20160628\\_adaptacion\\_CONANP\\_F\\_Camacho.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171784/20160628_adaptacion_CONANP_F_Camacho.pdf)
- Carton, P; Bocco, G; Córdova, A; y Winklerprins, A. 2011. La conservación de la biodiversidad. Un campo de integración para la geografía. *Interciencia*. 36(8):630-636.
- CCA. 2020. Aldo Leopold and Coon Valley Watershed Conservation Project. Certified Crop Adviser. Recuperado de: <https://www.certifiedcropadviser.org/science-news/aldo-leopold-and-coon-valley-watershed-conservation-project>
- CONANP. 2006. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera Mapimí. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 182p.
- CONANP. 2007. Manual de prácticas preventivas ganaderas para el manejo de la sequía en la Reserva de la Biósfera Mapimí. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Región Noreste y Sierra Madre Oriental. México. 19p.
- CONANP. 2013. Programa de Restauración del NCPAG Tlahualilo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 17p.
- CONANP. 2014a. Estrategia hacia 2040: una orientación para la conservación de las áreas naturales protegidas de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 84p.
- CONANP. 2014b. Programa de Adaptación al Cambio Climático Complejo Cuenca Mapimí. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México.
- CONANP. 2014c. Programa de Restauración NCPE Colonia Ganadera Constitución. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 20p.
- CONANP. 2014d. Plan de Manejo Integral de los Pastizales del Ejido Colonia Ganadera Constitución, Sierra Mojada, Coahuila. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 29p.
- CONANP. 2015a. Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas: Una Convocatoria para la Resiliencia de México (2015-2020). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

- CONANP. 2015b. Plan de Manejo Integral de los Pastizales del Ejido San José de los Álamos, Municipio de Mapimí, Durango. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 40p.
- CONANP. 2019. Ficha de la Reserva de la Biósfera Mapimí del Sistema de Información de Monitoreo y Evaluación para la Conservación. México. 2p.
- CONANP. 2020. Reserva de la Biósfera Mapimí Restauración Ecológica en el Ecosistema Pastizal. 36p.
- CONANP. (Sin publicar), [Manual PEC Pastizal]. CONANP.
- CONAGUA. 2020. Sistema Nacional de Información del Agua. En Línea: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/index.php?p=32>
- Delhoume, J.P. 1988. *Distribution spatiale des sols le long d' une toposéquence représentative*. En C. Montaña (Ed.), Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biósfera Mapimí. I. Ambiente natural y humano. Instituto de Ecología A.C., México D.F. pp 135-167.
- Denevan, W.M. 1983. Adaptation, variation, and cultural geography. *The professional geographer*, (35):4, 399-407, DOI <https://doi.org/10.1111/j.0033-0124.1983.00399.x>
- Denevan, W.M. 1989. The geography of fragile lands in Latin America. In: Browder, J. (ed.) *Fragile lands of Latina America. Strategies for Sustainable Development*. United States of America.
- DOF. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4718573&fecha=28/01/1988](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4718573&fecha=28/01/1988)
- DOF. 2000. DECRETO por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Mapimí. Diario Oficial de la Federación.
- DOF. 2014. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas. Diario Oficial de la Federación.
- Doolittle, W. 1989. Arroyos and the development of agriculture in Northern Mexico. In: Browder, J. (ed.) *Fragile lands of Latina America. Strategies for Sustainable Development*. United States of America.
- Donkin, R.A. 1979. *Agricultural terracing in the Aboriginal New World*. The University of Arizona Press. United States of America. 205p.
- Dudley, N., Stolton, A., Belokurov, L., Krueger, N., Lopoukhine, K., Mackinnon, T., Sekhran, N. 2010. *Natural solutions: protected areas helping people cope with climate change*. IUCN- WCPA, TNC, UNDP, WCS, WWF. 130p.
- El Sol de la Laguna. (2018, diciembre 2). Logran certificación de carne orgánica para área protegida. Recuperado de: <https://www.noticiasdelsoldelalaguna.com.mx/local/logran-certificacion-de-carne-organica-para-area-protegida-2747323.html>
- FAO 1997. Manual de Captación de Agua de Lluvia. Primera edición. Publicación especial. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. 154p.
- Fernández, Y. (2008) ¿Por qué estudiar las percepciones ambientales? Una revisión de la literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas. *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad* Vol. XV (43) 179-202.

- Fernández-Christlieb, F. 2006. Geografía Cultural. En D. Hiernaux y A. Lindon, (Dir.), Tratado de Geografía Humana. Anthropos, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. 220-253pp.
- Fernández-Núñez, L. (2006). Fichas para investigadores. ¿Cómo analizar datos cualitativos? *Butlletí LaRecerca*, 1–13.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Publ. UNAM, México, D.F. 246 pp.
- García-Gutiérrez, I., Olivera-Díaz, D., Pedroza-Sandoval, A., Martínez-Rodríguez, J.G. y Cueto-Wong, J. 2006. Recreación y sus impactos en la Reserva de la Biósfera Mapimí. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* (2):151-161.
- Halfpeter, G. 2011. Reservas de la Biosfera: Problemas y Oportunidades en México. *Acta Zoológica Mexicana* 27(1):177-189.
- Howard, W. y Griffiths, T. 1966. *Trinchera Distribution in the Sierra Madre Occidental, Mexico*. Department of Geography University of Denver. United States of America. 98p.
- INEGI. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. México. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- INEGI. 2017. Cartografía: uso de suelo y vegetación escala 1: 250,000 serie VI. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>
- IPCC. 2014. Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Cambridge University Press. New York, USA. 1150pp.
- IUCN. 2008. Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. International Union for Conservation of Nature. Gland, Switzerland. 143p.
- Kanazawa, M. (2018). Research Methods for Environmental Studies. A social science approach. Routledge. New York. 362p. <https://doi.org/10.4324/9781315563671>
- Kaus, A. (1992). El campo y las comunidades rurales. En: Del Houme, J.P. y Maury, M.E. (Ed.), *Actas del seminario de Mapimí* (pp.81-84). Instituto de Ecología A.C., México.
- Kaus, A. 1993. Environmental perceptions and social relations in the Mapimi Biosphere Reserve. *Conservation Biology* (7): 398-406
- Kendall, A. (Marzo de 2008). Terrazas, una infraestructura agrícola como contribución a las estrategias de manejo de riesgos climáticos. Congreso de Historia Agraria. Sesión I. Historia Agraria y Agricultura Sostenible. Córdoba, España.
- Knutson, C.L., Haigh, T., Hayes, M.J., Widhalm, M., Nothwehr, J., Kleinschmidt, M. y Graf, L. 2011. Farmer perceptions of sustainable agriculture practices and drought risk reduction in Nebraska, USA. *Renewable Agriculture and Food Systems* 26(3): 255-266
- Leigh, D. S., Kowalewski, S. A., & Holdridge, G. (2013). 3400 years of agricultural engineering in Mesoamerica: lama-bordos of the Mixteca Alta, Oaxaca, Mexico. *Journal of Archaeological Science*, 40(11), 4107-4111.

- López-Pardo, J. (2019). Análisis participativo de las obras de restauración: caso de estudio Ejido La Soledad (tesis de maestría). Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.
- López, A., García, I. y Salas, M. 2010. Turismo en la Reserva de la Biósfera Mapimí. En López, A. y Sánchez, A. (Ed). Comarca Lagunera. Procesos regionales en el contexto global. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 415-436.
- López-García, T. y Manzano, M. 2016. Vulnerabilidad climática y situación socioambiental: percepciones en una región semiárida del noreste de México. *Madera y Bosques*, 22(2), 105-117.
- Magaña, V., Méndez, B., Neri, C. y Vázquez, G. (2018). El riesgo ante sequía meteorológica en México. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 9(1), 35-48.
- Martínez-Salgado C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, 17(3), 613-619.
- Ortega-Gaucin, D. y Velasco, I. 2013. Aspectos socioeconómicos y ambientales de las sequías en México. *Aqua-LAC*, 5(2), 78-90.
- Olmos, E., González, E. y Contreras, M. 2013. Percepción de la población frente al cambio climático en áreas naturales protegidas de Baja California Sur, México. *Polis (35)* 1:21.
- UNESCO, 1978. Final Report of 5th session of International Co-ordinating Council on Man and the Biosphere (MAB). Vienna.
- UNESCO (1996). Reservas de biosfera: La estrategia de Sevilla y el Marco Estuario de la Red Mundial. UNESCO, París.
- UNESCO. 2017. Una nueva hoja de ruta para el Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) y su Red Mundial de Reservas de la Biosfera Estrategia del MAB (2015-2025) Plan de Acción de Lima (2016-2025) Declaración de Lima. 57p. París.
- UNESCO. 2019. World Network of Biosphere Reserves. Recuperado de: <https://en.unesco.org/biosphere/wnbr>
- Pattison, W. 1964. The Four Traditions of Geography. *Journal of Geography*. (63) 211-216.
- Pérez-Sánchez, J. y Juan-Pérez, J. (2013). Caracterización y análisis de los sistemas de terrazas agrícolas en el Valle de Toluca, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. (10) 397-418.
- Perramond, E. 2010. Political Ecologies of Cattle Ranching in Northern Mexico. The University of Arizona. ISBN 978-0-8165-2721-2. 259p.
- Ramírez-Carballo, H. (2008). Evaluación Participativa de la Degradación del Suelo (tesis de maestría). Universidad Autónoma Chapingo. 191p.
- Ramírez-Carballo, H., Pedroza-Sandoval, A., Martínez-Rodríguez, J. y Valdez-Cepeda, R. 2011. Evaluación participativa de la degradación del suelo en la Reserva de la Biósfera Mapimí. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* (12) 1-9.
- Reyes, V., Gérard, A. y Wurtz, M. 2019. Video pedagógico sobre la reserva de la biósfera de Mapimí, México: una innovación tecnológica educativa sociocultural. *Innovación educativa*. (19) 99-120.

- Rivas, M., Rodríguez, B. y Palerm, J. (2008). El sistema de jollas, una técnica de riego no convencional en la Mixteca. En: T. Martínez (Ed.), *Antología sobre pequeño riesgo. Volumen IV, Técnicas y organización social* (pp.6-16). Colegio de Postgraduados, México.
- SMN. Normales climatológicas estación Laboratorio del Desierto, Tlahualilo Clave 10164. Comisión Nacional del Agua.
- SMN. Normales climatológicas estación La Soledad, Jiménez Clave 8350. Comisión Nacional del Agua.
- Solís, R., Salvatierra, B. (2013). Percepción social del cambio climático en Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación en comunidades indígenas de Oaxaca y Chiapas. *Temas Antropológicos, Revista Científica de Investigaciones Regionales* (35) 29-53.
- Tompkins, E. y Eakin, H. 2012. Managing private and public adaptation to climate change. *Global Environmental Change* (22) 3-11.
- Turner II, B.L. 2015. Nature and Society in Geography. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, (16) 334-339.
- Urquijo, P., y Barrera-Bassols, N. 2009. Historia y Paisaje. Explorando un concepto geográfico monista. *Andamios* (5) 227-252.
- Velasco, I., Ochoa, L. y Gutiérrez, C. 2005. Sequía, un problema de perspectiva y gestión. *Región y Sociedad* (34): 35-71.
- Watson, J.E., Dudley, N., Segan, D.B., Hockings, M. 2014. The performance and potential of protected areas. *Nature*. 515. 67-73. doi:10.1038/nature13947
- Wilhite, D. y Glantz, M. 1985. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. *Water international*, (3) 111-120.
- Whitmore, T. y Turner, B. 2001. *Cultivated Landscapes of Middle America on the Eve of Conquest*. Oxford University. New York, United States of America.
- Wilken, G. 1987. *Traditional agricultural resource management in Mexico and Central America*. University of California. Berkeley, California.
- Williamson, K. (2007). Research in Constructivist Frameworks Using Ethnographic Techniques. *Library Trends*, 55(1), 83–101. <https://doi.org/10.1353/lib.2006.0054>
- Whyte, A. 1977. *Guidelines for field studies in environmental perception*. MAB Technical Notes 5. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Paris, France. 118p.

# Anexos



## **Anexos**

### **Anexo 1. Guion de entrevista para rancheros**

Identificación del entrevistado y consentimiento informado

Nombre del entrevistado	Nombre del entrevistador	Fecha
Localidad	Lugar	Edad

Consentimiento informado. Es **MUY IMPORTANTE** leer en voz alta y clara, con la grabadora encendida: “El propósito de esta entrevista es conocer su percepción sobre los efectos que la sequía tiene sobre la actividad ganadera, y la pertinencia de los bordos semicirculares como medida de adaptación”. La información que nos brinde será utilizada con fines de investigación y difusión, además de ser utilizada de manera pública. ¿Está de acuerdo en realizar esta entrevista, y que sea grabada?”

#### **Cambios en el clima y conocimiento sobre sequía**

1. ¿De alguna forma, percibe usted cuando un año será lluvioso o seco?
2. ¿Qué cambios ha percibido durante los últimos años en relación al clima?
3. ¿Cuáles son los principales impactos que percibe en los años secos?
4. Desde su perspectiva, ¿Por qué cree que se presentan las sequías?

#### **Efectos de la sequía**

5. ¿Cuáles son los efectos que la sequía genera sobre sus actividades?
6. ¿Cuáles son los principales cambios que percibe sobre el suelo de su terreno en un año seco?
7. ¿Cuánto y qué tipo de ganado tiene?
8. ¿Cuáles son los principales impactos que los años secos han tenido sobre su ganado?
9. Cuando el año es seco, ¿Qué alimento da a su ganado?

### **Adaptación a la sequía**

10. ¿Para usted, que es la adaptación?
11. ¿Qué acciones realizan en su familia para sobrellevar la sequía?
12. ¿Realiza algún tipo de obra para contrarrestar los efectos de la sequía?
13. ¿Desde cuándo participa en las obras (bordos semicirculares) que promueve la CONANP?
14. ¿Cómo deciden dónde se realizará el terraceo que promueve la CONANP?
15. ¿Cuáles son las principales características del terreno dónde realizan los bordos semicirculares?
16. ¿Usted ha recomendado alguna modificación con respecto a la forma en qué se realizan las obras (bordos semicirculares) que promueve la CONANP?
17. ¿Qué beneficios percibe en relación a estas obras?
18. ¿Considera que es suficiente para contrarrestar los efectos de la sequía?
19. ¿Usted realiza alguna evaluación posterior en las áreas donde se estableció el terraceo?
20. ¿Qué otra medida realiza para contrarrestar los efectos de la sequía sobre otras actividades productivas?

## Anexo 2. Guion de entrevista para guardaparques

Identificación del entrevistado y consentimiento informado

Nombre del entrevistado	Nombre del entrevistador	Fecha
Localidad	Lugar	Edad
Años trabajando en la reserva		

**Consentimiento informado. Es MUY IMPORTANTE leer en voz alta y clara, con la grabadora encendida:** “El propósito de esta entrevista es conocer su percepción sobre los efectos que la sequía tiene sobre la actividad ganadera, y la pertinencia de los bordos semicirculares como medida de adaptación y de restauración de suelos”. La información que nos brinde será utilizada con fines de investigación y difusión, además de ser utilizada de manera pública. ¿Está de acuerdo en realizar esta entrevista, y que sea grabada?”

### Cambios en el clima y conocimiento sobre sequía

1. ¿Cuáles son los principales efectos que percibes en la reserva por la sequía?
2. Desde su perspectiva, ¿Por qué crees que se presentan la sequía?

### Efectos de la sequía

3. ¿Cuáles son los efectos que la sequía genera sobre las actividades productivas de los habitantes de la reserva?
4. ¿Cuáles son los principales cambios que percibes sobre el suelo de la reserva en un año seco?
5. ¿Conoces cuánto y qué tipo de ganado existe en la reserva?
6. ¿Cuáles son los principales impactos que la sequía generan sobre el ganado en la reserva?
7. Cuando el año es seco, ¿Qué alimento dan los ejidatarios a su ganado?

### **Adaptación a la sequía**

8. ¿Para usted, que es la adaptación?
9. ¿Sabes si desde su conocimiento local, los habitantes de la reserva realizan alguna acción para contrarrestar los efectos de la sequía?
10. ¿De qué forma participas en los bordos semicirculares que promueve la CONANP en la reserva?
11. ¿Cómo deciden dónde se realizarán los bordos?
12. ¿De alguna manera, el conocimiento local ha influenciado la forma en qué se realizan los bordos semicirculares?
13. ¿Qué beneficios se perciben en relación a los bordos semicirculares?
14. ¿Consideras que estás obras son suficientes para contrarrestar los efectos de la sequía sobre la actividad ganadera?
15. ¿Realizan alguna evaluación posterior en las áreas donde se establecieron las obras?
16. ¿De dónde proviene el financiamiento para realizar los bordos?
17. ¿Cómo se coordina la CONANP para desarrollar las obras?

### **Anexo 3. Guion de entrevista para el director de la RBM**

1. ¿Cómo surgió la idea de los bordos semicirculares?
2. ¿Cómo fue que lograron convencer a los ganaderos de que les entraran a los bordos?
3. ¿De qué fuentes proviene el financiamiento para realizar los bordos?
4. ¿Cómo es que Mapimí es una de las primeras áreas en incorporar a la estrategia del terraceo en la estrategia de la CONANP ante el cambio climático?
5. ¿Cómo es que la CONANP se coordina con las otras instituciones para desarrollar estas obras?
6. En este sentido, ¿las distintas instituciones persiguen objetivos diferentes?
7. ¿De qué forma se mejoraría el plan de restauración en la reserva?
8. De alguna manera, ¿pertenecer al programa MaB propicia la gestión de bordos en la reserva?

#### **Anexo 4. Guion de entrevista para consultores**

1. ¿Cuándo y cómo surgió la idea de los bordos semicirculares?
2. ¿A qué se enfrentaron y cuál fue la clave para que los ganaderos aceptarán participar en la propuesta de los bordos semicirculares?
3. ¿Qué beneficios percibes en la reserva con respecto a los bordos semicirculares?
4. ¿Qué considerarías para mejorar la estrategia de restauración y adaptación a sequía en la reserva?
5. En el entendido de que ahora funge como consultor ¿de qué forma participa en la reserva?
6. ¿Cómo percibes la relación entre la dirección de la reserva y los ganaderos?
7. Desde su perspectiva ¿Cuáles serían los impactos a futuro en la reserva por la variabilidad de las lluvias?