



**INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA A.C.**

**División de Ciencias Ambientales**

**Análisis participativo de las obras de restauración: caso de  
estudio Ejido La Soledad.**

Que presenta:

**Juan José López Pardo**

Para obtener el grado de:

**Maestro en Ciencias Ambientales**

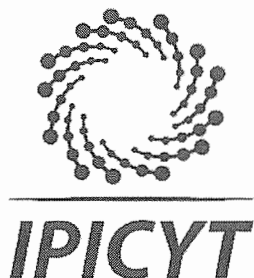
Codirección:

**Dra. Elisabeth Huber-Sannwald**

**Dra. Natalia Martínez Tagüeña**

San Luis Potosí

enero 2019



## Constancia de aprobación de la tesis

La tesis *“Integración de técnicas de percepción remota, como herramienta para el estudio de la geomorfología y su efecto en la mortandad forestal”* presentada para obtener el Grado de Maestro en Ciencias Ambientales fue elaborada por **Juan José López Pardo** y aprobada el seis de febrero del dos mil diecinueve por los suscritos, designados por el Colegio de Profesores de la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

**Dr. Elisabeth Huber- Sannwald**  
Codirectora de la tesis

**Dra. Natalia Martínez Tagüeña**  
Codirectora de la tesis

**Dr. Héctor Sergio Cortina Villar**  
Miembro del Comité Tutoral

**Dr. Víctor Manuel Reyes Gómez**  
Miembro del Comité Tutoral

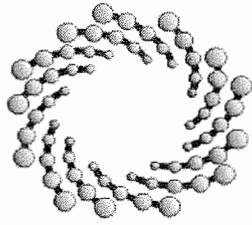
## **CREDITOS INSTITUCIONALES**

Esta tesis fue elaborada en el Laboratorio de Ecología y Suelos de la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., bajo la co-dirección de la Dra. Elisabeth Huber-Sannwald y la Dra. Natalia Martínez Tagüeña.

Durante la realización del trabajo el autor recibió una beca académica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (No. de registro 608643) y del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C.

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo de CONACYT, a través del proyecto SEP-CB-2015-01-25138 y PN 2017-01-5036 con la Dra. Elisabeth Huber-Sannwald como Responsable Técnico de ambos proyectos.

El autor de esta tesis recibió recursos financieros por parte de la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C. para la divulgación de los resultados parciales de la investigación en un congreso internacional.



**IPICYT**

# Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

## Acta de Examen de Grado

El Secretario Académico del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., certifica que en el Acta 073 del Libro Primero de Actas de Exámenes de Grado del Programa de Maestría en Ciencias Ambientales está asentado lo siguiente:

En la ciudad de San Luis Potosí a los 7 días del mes de febrero del año 2019, se reunió a las 16:20 horas en las instalaciones del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., el Jurado integrado por:

**Dra. Natalia Martínez Tagüeña**

**Presidenta**

**IPICYT**

**Dra. Elisabeth Huber- Sannwald**

**Secretaria**

**IPICYT**

a fin de efectuar el examen, que para obtener el Grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

sustentó el C.

**Juan José López Pardo**

sobre la Tesis intitulada:

*Análisis participativo de las obras de restauración: caso de estudio Ejido La Soledad*

que se desarrolló bajo la dirección de

**Dra. Elisabeth Huber- Sannwald**

**Dra. Natalia Martínez Tagüeña**

El Jurado, después de deliberar, determinó

**APROBARLO**

Dándose por terminado el acto a las 18:35 horas, procediendo a la firma del Acta los integrantes del Jurado. Dando fe el Secretario Académico del Instituto.

A petición del interesado y para los fines que al mismo convengan, se extiende el presente documento en la ciudad de San Luis Potosí, S.L.P., México, a los 7 días del mes de febrero de 2019.

  
**Dr. Horacio Flores Zúñiga**  
Secretario Académico

  
**Mtra. Ivonne Lizette Cuevas Vélez**  
Jefa del Departamento del Posgrado



## **DEDICATORIAS**

Esta tesis está dedicada a los habitantes de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, en especial a Ruperto y Jorge de Soledad.

A los trabajadores de CONANP en Torreón.

A mi familia.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a muchas personas que hicieron posible esta tesis:

A todo mi comité la Doctora Elisabeth, la Doctora Natalia, el Doctor Sergio y el Doctor Víctor por su dirección, sus consejos.

Gracias al Dr. José Tuxpan Vargas y sus alumnos por el apoyo con el uso de drones.

Estoy muy agradecido con el Personal de CONANP y Pronatura Noreste por su apertura, hospitalidad y colaboración.

A todos los habitantes que colaboraron en este trabajo de la RBM de la Flor, los Álamos, Colonia Ganadera, La Soledad, las Lilas, Ceballos, y Carrillo. Con agradecimiento especial a Don Quico y su esposa, Don Neto, Doña Clotilde, Sergio Herrera.

A todo el personal del IPICYT que me orientó en procesos administrativos En Especial a María Guadalupe Arriaga Castillo. Al área de laboratorios que me apoyaron Alejandra Colunga Álvarez, Juan Pablo Rodas Ortiz y Mario Delgado Cardozo.

A mis amigos y compañeros de generación que nos acompañamos en todo camino a Richard, Sandra, Lilia, Mariana Chuy Dulce, Alexa, Carmen, Edgar, Francisco, Iván, Saul, Claudia, Anahí, Karime, Yera, Mony Andrea, Marisol y Mariana C. gracias por sus ánimos y apoyo. También a quienes no son de mi generación, pero me sirvieron de espejo muchas veces Lupita de la Rosa, Nalle, Carlos y Erandi también a quienes me apoyaron, aunque tomaron diferentes caminos camino a Caro, Azucena, Alma, Dody que, aunque ya no estaban cerca me motivaron con su apoyo.

¡Ante todo, y siempre gracias a mi familia!

## Contenido

|   |            |
|---|------------|
| <b>Lista de Figuras</b> .....   | <b>ix</b>  |
| <b>Lista de cuadros</b> .....   | <b>xi</b>  |
| <b>Resumen</b> .....  | <b>xii</b> |
| <b>Abstract</b> .....   | <b>xiv</b> |
| <b>1 Introducción</b> .....   | <b>16</b>  |
| <b>2 Materiales y Métodos</b> .....   | <b>26</b>  |
| 2.1 Descripción del Área de Estudio .....   | 26         |
| 2.2 Desarrollo de la Investigación Participativa .....  | 30         |
| 2.3 Muestreo de suelos .....  | 34         |
| 2.4 Análisis Estadísticos.....  | 37         |
| <b>3 Resultados</b> .....   | <b>39</b>  |
| 3.1 Diagnóstico de investigación participativa.....   | 39         |
| 3.1.1 Modelo de Sistematización de CONANP.....  | 39         |
| 3.1.2 Resultados de la interacción con los habitantes de la RBM .....   | 46         |
| 3.1.3 Caracterización de los bordos .....   | 49         |
| 3.2 Características biofísicas de los bordos .....  | 52         |
| <b>3.2.1 Pregunta 1 ¿Cuál es el efecto de la exclusión de ganado sobre el éxito de los bordos?</b> .....                                  | <b>52</b>  |
| <b>3.2.2 Pregunta 2 ¿Cuál es el efecto de la herramienta de construcción del bordo en el éxito de la obra en zonas pastoreadas?</b> ..... | <b>56</b>  |
| <b>3.2.3 Pregunta 3 ¿Cuál es el efecto de pastoreo en el éxito de la obra a largo plazo?</b> .....  | <b>60</b>  |
| <b>3.2.4 Pregunta 4 - ¿Cuál es el efecto de la exclusión en el éxito de la obra a largo plazo?</b> .....                                  | <b>63</b>  |
| <b>4 Discusión</b> .....  | <b>67</b>  |
| <b>5 Conclusión</b> .....   | <b>73</b>  |
| <b>6 Referencias</b> .....  | <b>74</b>  |
| <b>7 Anexos</b> .....   | <b>79</b>  |
| 7.1 Anexo Entrevista aplicada para definir sitios de muestreo .....   | 79         |
| 7.2 Anexo Formatos para colecta de datos en campo .....   | 81         |
| 7.3 Anexo -Especies encontradas en los bordos y sus usos, según la población local y bibliografía .....                                   | 84         |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 7.4 | Anexo Modelo de sistematización aplicado a los programas .....                     | 92 |
| 7.5 | Anexo Entrevista para identificar el uso de las plantas encontradas .....          | 95 |
| 7.6 | Anexo cuestionario para asignar valores forrajeros a las plantas encontradas ..... | 97 |



## Lista de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Ubicación de la Reserva de la Biosfera de Mapimí (RBM).....   | 26 |
| Figura 2: Ubicación del ejido La Soledad (polígono azul) dentro de la Reserva de la Biósfera Mapimi (polígono rojo) y la zona donde se ubican los bordos que se examinaron en este estudio (polígono morado), en manchas verdes se representan los sitios de bordos.....   | 32 |
| Figura 3: Diseño de muestro de suelo para cada bordo seleccionado. En cada bordo se muestrearon en 5 zonas (1-5) para examinar el efecto del bordo en las características físico-químicas de suelo. Las zonas 1 y 5 fungieron como testigos. ....  | 34 |
| Figura 4: Esquema de flujo de presas de piedra (FAO,1997) .....  | 43 |
| Figura 5: Esquema de funcionamiento de bordos semicirculares, se aprovecha la pendiente para capturar el agua que escurre dentro del área del semicírculo (FAO, 1997).....   | 44 |
| Figura 6: Dimensiones de las dos modalidades de bordos semicirculares (FAO, 1997).....   | 44 |
| Figura 7 Zona de restauración para la Tortuga del Bolsón, 10 ha excluidas con microcuencas sembradas con pasto nativo en 2014 en el ejido La Flor, dentro de la RBM. ....  | 45 |
| Figura 8 Comparación de los motivos originales para construir obras de restauración y las expectativas de nuevas obras. Entrevista aplicada a ocho ejidatarios de La Soledad, Colonia Ganadera, Los Álamos, y Laguna de Palomas. ....  | 48 |
| Figura 9 Numero de bordos instalados en el ejido La Soledad durante 12 años (2004-2016) con diferentes herramientas. ....  | 51 |
| Figura 10 Medias de conductividad eléctrica diluida ( $EC_{1:16}$ ) ( $mS\ cm^{-1}$ ), agrupadas por zona anidado en manejo, $P=0.493$ .....   | 53 |
| Figura 11 : Medias de concentración de nitrógeno total ( $mg/g$ ) ( $Nt \pm 0.52$ error estándar), y carbono orgánico ( $CO \pm 0.42$ error estándar), en zonas de muestreo en presencia y exclusión de ganado. Zona anidado en manejo ( $Nt: P=0.982$ ; $CO: P=0.409$ ).....  | 54 |
| Figura 12 Medias ( $\pm 0.03$ error estándar) de densidad aparente ( $g/cm^3$ ) por zonas de muestreo en presencia o exclusión de ganado. La densidad aparente es mayor en la zona 3 bajo pastoreo ( $P=0.000342$ ). Letras distintas entre barras indican diferencias significativas con pruebas de Tukey y con niveles del $P<0.05$ .....  | 55 |
| Figura 13 : Medias ( $\pm 122.71$ error estándar) de conductividad eléctrica ( $EC_{1:16}$ ) ( $mS\ cm^{-1}$ ) agrupadas por zona anidado en manejo, $P=0.427$ .....   | 56 |
| Figura 14 Medias de concentración de nitrógeno total ( $Nt \pm 0.05$ error estándar) ( $mg/g$ ) y carbono orgánico ( $CO \pm 0.67$ error estándar), agrupadas por zonas de muestreo y herramienta, ni el nitrógeno ( $P=0.456$ ) ni el carbono ( $P=0.1166$ ) muestran interacción significativa, sin embargo el nitrógeno era más alto en los bordos hechos con escrepa ( $P=0.00977$ ) y el carbono más alto en los realizados con tractor ( $P=0.0106$ )..... | 58 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 15 Medias de densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) ( $\pm 0.02$ error estándar) por zonas de muestreo y la herramienta usada en la construcción de los bordos, no hubo interacción significativa (P=0.2147).....  | 59 |
| Figura 16: Medias de conductividad eléctrica ( $\pm 8.9$ error estándar) (EC <sub>1:16</sub> ) (mS cm <sup>-1</sup> ) agrupadas por zona de muestreo y por año de construcción; interacción las zonas anidadas en años de construcción (P=0.4498), pero si hay diferencias entre la CE de algunos años (P=0.0322) .....   | 60 |
| Figura 17: Medias ( $\pm 14.27$ error estándar) de Conductividad eléctrica de pasta de saturación (CEp) (mS cm <sup>-1</sup> ) en las zonas 2 y 4, agrupadas según el año de construcción, no se observó una interacción significativa de zona anidada en años de construcción (P=0.1587), pero si hubo diferencias significativa en el año de construcción (P=0.0141). .....   | 61 |
| Figura 18: Medias (Nt $\pm 0.07$ error estándar) de la concentración de nitrógeno total (Nt) (mg/g) y carbono orgánico (CO) (mg/g) ( $\pm 0.39$ error estándar), agrupadas por zonas de muestreo, según su año de construcción, no hubo interacción significativa para Nt (P=0.995518) ni para CO (P=0.831), pero si hubo diferencias significativas entre los años para las concentraciones de Nt (P=0.00238) y de CO (P<0.00001). ..... | 62 |
| Figura 19: Medias de conductividad eléctrica (EC <sub>1:16</sub> ) (mS cm <sup>-1</sup> ) agrupadas por zona de muestreo y por año de construcción en sitios excluidos de pastoreo. No hubo interacción las zonas anidadas en años de construcción (P=0.4375), pero sí en el año de construcción (P=0.0172.) .....  | 63 |
| Figura 20 Medias de conductividad eléctrica de pasta de saturación (ECp) ( $\pm 16.9$ error estándar) (mS cm <sup>-1</sup> ) en las zonas 2 y 4 en obras construidos en una exclusión, agrupadas según el año de construcción (P=0.770), se detectó diferencias atribuidas al año de construcción (P=0.0141) .....  | 64 |
| Figura 21 Medias de la concentración en de Nitrógeno total (Nt) (mg/g) y carbono orgánico (CO) (mg/g), agrupadas por zonas de muestreo, según su año de construcción en exclusión, no hubo interacción significativa para Nt (P=0.987) ni para CO (P=0.2978), pero si hubo diferencias de las concentraciones entre los años (P < 0.00001 Nt y P=0.023 para CO) .....   | 65 |

## Lista de cuadros

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1 Nombre y extensión territorial de los ejidos de la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Fuente: elaboración propia con datos de CONANP 2016 .....   | 28 |
| Cuadro 2 Nombre y extensión territorial (hectáreas) de las propiedades privadas en la Reserva de la Biosfera Mapimí Fuente: elaboración propia con datos de CONANP 2016 .....   | 29 |
| Cuadro 3: Descripción de las cinco zonas de muestreo de suelo dentro de cada bordo, $EC_P$ = conductividad por extracto de pasta saturada ( $mScm^{-1}$ ), $EC_{1:16}$ = conductividad eléctrica de dilución 1:16 ( $mS/cm-1$ ), $CO$ = Carbono orgánico ( $mg/g$ ), $Nt$ = nitrógeno total ( $mg/g$ ), $Da$ = Densidad aparente ( $g/cm^3$ ) ..... | 36 |
| Cuadro 4 Diseño experimental para los análisis estadísticos de las variables de respuesta considerando las cuatro preguntas.....  | 37 |
| Cuadro 5 Resumen del modelo de sistematización aplicado a los programas de CONANP en la RBM (también ver anexo 7.4).....  | 42 |
| Cuadro 6 Características de grupos de bordos candidatos para un analisis comparativo de su condición biofísico y socio-económico .....  | 51 |
| Cuadro 7 Media ( $\pm 1$ error estándar) de conductividad eléctrica de pasta de saturación ( $EC_p$ ) en las zonas 2 y 4 de las obras de restauración en sitios sin y con pastoreo. (Zona anidada en Manejo $P=0.0168$ ).....   | 53 |
| Cuadro 8: Fracciones texturales de suelo (%) en la presencia y exclusión de ganado, hay similitud en el contenido de arcillas ( $P=0.234$ ) y mayor contenido de arenas ( $P=0.000315$ ) y limo ( $P=0.00153$ ) en la zona de exclusión. ....   | 55 |
| Cuadro 9: Medias de conductividad eléctrica de pasta de saturación ( $EC_p$ ) ( $\pm 47.07$ error estándar) ( $mS cm^{-1}$ ) en las zonas 2 y 4 de las obras de restauración en sitios sin y con pastoreo (Zona anidada en Manejo; $P=0.209$ ).....   | 57 |
| Cuadro 10: Fracciones texturales de suelo de los bordos construidos con diferentes herramientas, no hay diferencias en % de arena ( $P=0.626$ ), tampoco en % de limos ( $P=0.908$ ) ni en % de arcillas( $P=0.347$ ).....  | 59 |
| Cuadro 11 Fracciones texturales de suelo de 4 sitios de bordos construidos en distintos años sujetos a pastoreo los cuales no influyeron en las fracciones texturales del suelo (arena $P=0.272$ , limo $P=0.13$ , y arcilla $P=0.567$ ).....   | 62 |
| Cuadro 12 Fracciones texturales de suelo de 4 sitios de bordos construidos en distintos años en una exclusión los cuales no influyeron en las fracciones texturales del suelo (arena $P=0.0859$ , limo $P=0.173$ , y arcilla $P=0.0503$ ).....  | 65 |
| Cuadro 13 Resumen de los efectos de pastoreo (Pregunta 1, P1), herramienta de instalación (Pregunta 2, P2), años de operación con (Pregunta 3, P3) y sin (Pregunta 4, P4) presencia de ganado en las características multifuncionales de las obras de bordo agrupados en cuatro categorías de los servicios ecosistémicos.....                      | 71 |

## **Resumen**

### **Análisis participativo de las obras de restauración: caso de estudio Ejido La Soledad.**

Las zonas áridas y semiáridas cubren más de la mitad del territorio nacional, dentro de ellas se encuentran importantes sistemas socio-ecológicos (SSE) como los agostaderos, los cuales son vitales para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo local en donde se llevan a cabo actividades con relevancia económica, histórica y cultural como la ganadería. Tal es el caso de la Reserva de la Biosfera de Mapimí (RBM), en el desierto de Chihuahua área natural protegida donde CONANP y Pronatura trabajan con diversos programas orientados a la restauración y conservación de suelo, sin embargo, dentro de estos programas no hay evaluaciones que permitan describir el nivel de éxito de estas actividades.

Este trabajo es un acercamiento del método de investigación participativa en la RBM. Es un caso de estudio en el que se planteó un mecanismo de evaluación integral de las obras de restauración de suelo a través de un índice de éxito de las obras de restauración co-diseñado con un grupo de ejidatarios de la reserva, y busca entender el estado actual de las obras de restauración por medio de parámetros biofísicos.

Los resultados del presente estudio indican que 82% de los programas de CONANP aplicados en la RBM se centran en intervención y el resto en diagnóstico, sin que haya uno orientado a la evaluación a corto y largo plazo de las actividades realizadas. La evaluación a las obras de restauración indica que la exclusión de ganado puede aumentar la riqueza de especies vegetales y disminuir la compactación del suelo, pero no tiene efectos en la fertilidad de suelo a través de la concentración de carbono y nitrógeno tota. Las herramientas usadas también influyen en la riqueza, sin embargo, al parecer la dinámica interanual del tiempo/clima contribuye a una alta heterogeneidad en las condiciones y el desarrollo de la vegetación de los bordos. Las condiciones de los años de construcción pueden

aportar mayor variación al éxito de las obras que el pastoreo y que la herramienta de construcción. Este estudio subraya la importancia de un enfoque participativo tanto en los programas de intervención en proyectos de la conservación y desarrollo en las reservas como en estudios de evaluación de los programas. Este caso de estudio sirve como modelo para la instalación de observatorios participativos en las zonas áridas de México.

Palabras clave: Sistema socio-ecológico (SSE), investigación participativa (IAP), restauración, degradación de la tierra, zonas áridas.

## **Abstract**

### **Participatory analysis of restoration sites: the Ejido La Soledad case study**

Arid and semi-arid zones cover more than half of the national territory, where important socio-ecological systems (SES) such as rangeland occur. They are vital for the conservation of biodiversity and local development including activities with economic, historical and cultural relevance such as livestock production. This is the case in the Biosphere Reserve of Mapimí (RBM), a natural protected area in the Chihuahua desert, where CONANP and PRONATURA work with diverse programs related to the restoration and conservation of soil. However, these programs do not consider any follow-up evaluations, which would allow describing the level of success of these activities.

This study in the RBM has taken an approach that focuses on participatory research methods. It is a case study, where an integral evaluation mechanism for soil restoration works was tested. With a group of ejidatarios of the reserve, we co-designed a success index for the restoration works, where we sought to understand the current biophysical conditions of the restoration works.

The results of the current study suggest that 82% of the programs implemented in RBM by CONANP focus on intervention activities, the rest on diagnostics. However, neither considers any sort of short or long-term evaluation strategies to assess the adopted activities. Our evaluation of the restoration works indicates that livestock enclosures may increase plant species richness and reduce soil compaction, however they do not influence soil fertility via organic carbon or total nitrogen concentration. The tools used for the installation of the restoration works also seem to influence species richness, however interannual dynamics associated with variable weather/climate contribute to highly heterogeneous conditions and development of the vegetation in the restored sites. The conditions of the years, when restoration sites are installed, seem to have a much higher influence on the success of the restoration works than grazing and tools used to install the restoration works.

This study highlights the importance of a participatory approach, when considering both intervention programs in conservation and development projects in the reserve and studies on the evaluation of these programs. This case study serves as a model system for the installation of participatory observatories in the drylands of Mexico.

Keywords: Socio-ecological system (SES), participatory action research (PAR), restoration, land degradation, drylands

# 1 INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semi-áridas se caracterizan por su bajo nivel de humedad en el suelo, dada la baja precipitación en comparación con la evaporación. Su extensión representa cerca de un 41% a nivel global, y se calcula que de un 10-20% sufre de algún grado de degradación o desertificación (Safriel, et al., 2005). Estas zonas cuentan con una población cercana al 40% de la población mundial (WAD, 2018), en México estas zonas representan el 54.3% del territorio y se reportó que en 1990 habitaba el 29.5% de la población mexicana (Cervantes & Martha , 2002).

Las zonas áridas son sistemas socio-ecológicos (SSE), compuestos por factores y elementos “biofísicos y socioeconómicos, acoplados, dinámicos, y adaptativos de tal forma que su estructura, función y sus interrelaciones cambian en el tiempo” (principio 1 del Paradigma de Desarrollo en Zonas Áridas) (Reynolds, et al., 2007). Como muestra de esa interacción, las poblaciones humanas en estas zonas han adaptado sus modos de vida a la incertidumbre y variabilidad por medio de costumbres pastorales de vida nómada, o prácticas agroforestales y/o policultivos sedentarias, vinculadas a los ciclos históricos de escasez de agua que rigen esos SSE (Stafford Smith, et al., 2009; Rockström, 2006). Tales actividades dependen de los recursos y servicios ecosistémicos disponibles en los SSE y a su vez, las dinámicas que rigen esos SSE son influenciadas por las actividades humanas (Chapin III, 2011). Sin embargo, la combinación de factores humanos como el cambio de uso de suelo, contaminación de agua y aire, fragmentación de hábitat, desviación de agua, supresión de fuego y la introducción de especies invasoras puede llevar a una degradación de la tierra y en particular de los suelos (Christensen, et al., 1996; WAD, 2018).

La degradación de tierra y de los suelos en zonas áridas relacionadas a las actividades de cambio de uso y cobertura de suelo y efectos de cambios en el clima a largo y corto plazo es llamada desertificación (Grainer, 2015) y es el foco de atención de esfuerzos internacionales, como el objetivo 15 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible orientado a proteger, restaurar y promover el uso sostenible



de los ecosistemas, el manejo de bosques, el combate a la desertificación y revertir la degradación de la tierra con el fin de detener la pérdida de la biodiversidad (<https://sustainabledevelopment.un.org/sdg15>). También, el Objetivo 15 de Aichi sobre la Biodiversidad del Plan Estratégico D pretende incrementar los beneficios para todos con los servicios ecosistémicos que brinda la biodiversidad, incluye como medida para incrementar la resiliencia de los ecosistemas, durante 2011-2020, así como restaurar al menos un 15% de los ecosistemas degradados (<https://www.cbd.int/aichi-targets/target/15>).

Además, la Convención para Combatir la Desertificación de la Organización de las Naciones Unidas (UNCCD) recientemente presentó el marco de la Degradación Neutral de las Tierras (Land Degradation Neutrality o LDN), como el mecanismo de restauración o rehabilitación de tierras que han perdido su productividad. Este marco ofrece una oportunidad para formar estrategias de integración efectiva, o al menos que genere un flujo de información relacionada con la degradación y restauración de ecosistemas terrestres a escalas local, regional y nacional para el desarrollo sostenible (Gnacadja & Wiese, 2016).

La restauración ecológica implica el desafío de llevar al ecosistema degradado a un estado en que se re-establezcan los funciones ecosistémicos para que puedan proveer bienes y servicios a la gente, y en otros casos se busca rehabilitar la composición, estructura, procesos y dinámicas del sistema natural (Christensen, et al., 1996). Típicamente la restauración plantea llevar un ecosistema o paisaje degradado a un estado histórico anterior a la degradación, a lo que han surgido debates en este tema, entre los cuales se destaca la postura de Hobbs, quien cuestiona la posibilidad de regresar el ecosistema a un estado anterior que se desarrolló en condiciones distintas a las actuales, y propone que los ecosistemas alterados sin posibilidad de ser rehabilitados como nuevos estados de un ecosistema que deben de promoverse con el fin de resaltar tantos servicios ecosistémicos como sea posible (Hobbs, et al., 2006; Hobbs, et al., 2009).

De igual forma Balaguer y otros colegas (2014) analizaron la necesidad de considerar a los ecosistemas como resultado de un entramado histórico,

incorporando las interacciones temporales y espaciales a distintas escalas. Así la construcción de referencias históricas locales se puede abordar al usar herramientas conceptuales adaptadas para integrar procesos latentes y en curso, ecológicos y sociales, como resultado la restauración ecológica puede buscar como fin diferentes estados potenciales del sistema que permitan la continuidad histórica del sitio.

Es importante resaltar a las múltiples dimensiones relacionadas con los servicios ecosistémicos; ya que al ser una construcción social se generan en sistemas socio-ecológicos; por lo tanto se vuelve imperativo observar las dinámicas emergentes dadas las interacciones que existen de los elementos bióticos, abióticos, sociales y biofísicos que los conforman; así como las interacciones con elementos y fenómenos del exterior, para considerar los vínculos entre diferentes escalas espaciales y temporales (Chapin III, 2011).

En la representación de tales sistemas complejos mediante modelos gráficos, matemáticos, o conceptuales sólo se plasmarán algunas combinaciones de sus dimensiones, por lo que todos los aspectos relevantes de cierto problema pueden no ser capturadas usando una sola perspectiva (Funtowicz , et al., 1999; O'Connor, et al., 1996; Rosen, 1977). Por ende, es un desafío el encontrar métodos acertados y relevantes de análisis para las áreas sujetas a restauración con una escala flexible combinando aspectos socioeconómicos, institucionales, y biofísicos (Chasek, et al., 2015).

Tradicionalmente, el éxito de la restauración solía ser medido en términos económicos comparando los costos que supone la restauración contra el valor obtenido de los bienes o servicios ecosistémicos; sin embargo, la valoración de los servicios ecosistémicos de esta forma ha sido sujeta a cuestionamientos por diversos autores, argumentando que no puede ser tomada como la única vía de evaluación dado que solo contempla una de las dimensiones de estos servicios (Spangenberg & Settle, 2010). Una alternativa a la evaluación tradicional de la restauración incluye el retorno de inversión social que consiste en asignar un valor monetario a los beneficios sociales de una actividad, comparada con el costo para

obtener ese beneficio. Esta herramienta podría ser usada para confrontar el impacto de la restauración y además el de mitigación de la pobreza, que es otro de los alcances esperados de la LDN y del Objetivo de Desarrollo Sostenible número 1, el Fin de la Pobreza, cuyo objetivo se mide al incluir el retorno social a los retornos financieros directos junto a los cambios en los servicios ecosistémicos (Gnacadja & Wiese, 2016).

Otra opción para evaluar los servicios ecosistémicos son los mecanismos de análisis multi-criterios que incluyen indicadores biofísicos y socioeconómicos relacionados a la integridad de los ecosistemas asignando valores no monetarios, de esta forma se puede enfrentar el dilema sobre como representar a los servicios menos tangibles como es el caso de los valores culturales (Chan, et al., 2012). Estos métodos deberían buscar equilibrar las pérdidas de información que ocurren al asignar valores puramente económicos a los servicios ecosistémicos, ya que suelen someterse a necesidades antropocéntricas de un contexto dado, y no suelen representar la dinámica del socio-ecosistema donde se manifiestan (Spangenberg & Settle, 2010). En una revisión sobre los métodos de análisis de servicios ecosistémicos culturales se propone clasificarlos con métodos de análisis fotográfico, métodos escalares, métodos de rango y métodos de uso de tiempo. Los modelos fotográficos brindan información de la ubicación de esos servicios culturales si se combinan con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG); por otro lado, los métodos escalares se basan en preguntar a los tomadores de decisión por su valor arbitrario basados en escalas en lugar de asignar un valor monetario, de forma similar los métodos de rango son usados para priorizar los servicios ecosistémicos y de acuerdo a su uso asignarles un valor (Hirons, et al., 2016).

Las métricas creadas para valores que no son fácilmente tangibles se aproximarán a su objetivo en la medida en que la escala usada sea flexible. Si no existen escalas definidas se pueden crear índices en los que cada rango denota un grado de apoyo; para este fin el lenguaje local debe de ser la base para construir estas escalas, rescatando variables que con otros métodos quedan excluidas (Chan, et al., 2012).

La gente local tiene la capacidad de imaginar soluciones y reformular problemas en formas que los expertos acreditados no encontrarían de manera natural (Munda, 2004). A este proceso se le nombra “modelación participativa” que deliberadamente busca romper la asimetría de poder inherente en modelos basados en expertos investigando contextos locales (Hirons, et al., 2016).

Esta modelación participativa es un método que describe a los servicios ecosistémicos en función de un beneficio percibido por personas no expertos interesados siendo un análisis cualitativo basado en conceptos pre-teóricos, creencias y valores. En este sentido el análisis depende del grupo social, la cultura, y las actitudes del investigador, por lo tanto, varían con cada contexto espacio-temporal (Spangenberg & Settle, 2010). Aunado a esto, Martín y colaboradores (2012) demuestran que las necesidades individuales, las tradiciones culturales, los ingresos económicos y el acceso a los servicios ecosistémicos influyen en el reconocimiento y la preferencia de la gente hacia dichos servicios ecosistémicos.

Debido a la heterogeneidad de los grupos humanos es importante establecer una definición operativa de “valor” del beneficio en cuestión, basado en lo que es importante para los actores sociales locales, y lo que es relevante para la representación de la entidad que se desea modelar (Chan, et al., 2012). En este proceso participativo, debe de construirse un proceso de diálogo entre los diversos tomadores de decisión individuales y colectivos, formales e informales, locales o foraneos y tan transparente como sea posible (Munda, 2004).

Para abordar la complejidad de los problemas socio-ecológicos donde se busca entender las dinámicas de las interacciones entre la sociedad y los ecosistemas se propone la investigación participativa que tiene sus orígenes en la década de 1940 a partir del trabajo de Kurt Lewin (Buners, 2006), con el fin de empoderar a los grupos vulnerables para tomar acciones frente a los problemas que perciben. Esta rama de investigación distingue la existencia de los actores internos y los externos de un sistema, además toman a la ciencia como una forma útil y válida de conocimiento para propósitos específicos y la combinan con el conocimiento de las vivencias de los participantes quienes con su conocimiento, técnicas y experiencias

contribuyen a un mejor entendimiento de su realidad, que finalmente con un alto nivel de compromiso conlleva al proceso de transformación de ésta (Fals-Borda & Anisur Rahman, 1991).

Esta práctica ha cobrado bastante auge en otros campos de conocimiento, un ejemplo de ello es en la restauración ecológica, debido a que es clave generar estrategias de restauración socialmente robustas (Gross, 2006). Para generar un conocimiento útil es esencial integrar a expertos no académicos, incluyendo al conocimiento tradicional referido a las innovaciones y prácticas de comunidades indígenas y locales, provenientes de largos periodos de observación y experimentación compartidas, desarrolladas, mantenidas y pasadas de generación en generación (Mantyka-Pringle, et al., 2017). En práctica no es algo trivial, ya que el camino de la investigación participativa requiere de un alto grado de cohesión de las partes y de aprendizaje compartido (Austin, 2004).

Estos mecanismos de inclusión de los habitantes locales son necesarios para lograr los objetivos del programa de la UNESCO llamado El Hombre y la Biosfera (MAB por sus siglas en inglés). Se espera que las reservas dentro de esta categoría se conviertan en modelos para prácticas de uso sostenible de la tierra y los recursos, promoviendo la participación local, regional e internacional. Por ende, bajo este esquema se pretende que existan foros en los que las comunidades locales, los gobiernos locales, los líderes de gobierno nacional y los científicos puedan trabajar en conjunto para desarrollar modos de vida sostenibles en las áreas naturales protegidas (Nyhus & Adams, 1995).

Aunque los niveles de participación local no fueron establecidos desde un inicio en el marco del MAB, ni tampoco los mecanismos para elaborar proyectos que influyan en la economía local y regional de las reservas de la biosfera de Monte Kulal, en Kenya y Mapimí y La Michilía, en Durango, México, rápidamente fue evidente que la participación local era necesaria para buscar los fines de conservación (Halffter, 1988). El éxito obtenido en Michilía y en Mapimí se le atribuyó a la “modalidad mexicana” de reserva, que se basa en los siguientes pasos (Halffter, 1984):

1. Incorporar a las poblaciones e instituciones locales a la tarea común de conservación del germoplasma.
2. Incorporar la problemática socioeconómica regional a los trabajos de investigación y desarrollo de la reserva.
3. Dar a la reserva una independencia administrativa encargando de su gestión a instituciones de investigación que respondan ante las más altas autoridades del país (federal y estatal).
4. Considerar que las reservas (y también los parques) deben formar parte de una estrategia global.

Actualmente el punto tres de esta modalidad no es posible debido a la estructura gubernamental, ya que en el año 2000 surgió la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) como organismo encargado de la administración de las áreas naturales protegidas de México, antes de esto el Instituto de Ecología A.C. (INECOL) fungía como organismo administrador de las biosferas de la Michilía y de Mapimí. El INECOL estuvo a cargo de la administración de la Reserva de la Biosfera de Mapimí (RBM) desde su establecimiento en 1977 (UNESCO, 2012) hasta el año 2002 cuando la CONANP comenzó oficialmente labores en esta reserva. El trabajo que se desarrolla en algunas áreas naturales protegidas está orientado al manejo basado en la comunidad, donde se promueve la participación comunitaria en las actividades proyectadas desde altos mandos, promoviendo el uso diversificado y sustentable de los recursos (Guzmán Chávez, 2016). Se invitan a ciertos grupos a participar, pero no se realizan las iniciativas en colaboración e igualdad a lo largo de todo el proceso de la iniciativa. En la RBM los programas orientados a la conservación de la biodiversidad y recursos naturales han sido implantados basados en propuestas nacionales y regionales (sentido top-down), pero fomentando la participación de los pobladores locales y aledaños, a cambio de una retribución económica, entre ellos el ecoturismo, comités de vigilancia, monitoreo de fauna, recientemente producción de carne orgánica y obras de restauración de suelo. Algunos programas se trabajan en cooperación con

Pronatura Noreste, que funge como asesor de proyecto y gestor de recursos provenientes de donadores, tal es el caso de algunas obras de restauración.

Las obras de restauración que CONANP fomenta periódicamente dentro de la RBM, tomadas del Manual de Captación de Agua de Lluvia (FAO, 1997) son bordos semicirculares, microcuencas y presas de piedra todas ellas tienen en común el interés por incrementar la cobertura vegetal y disminuir de esta forma la erosión hídrica y eólica. Su construcción se promueve en áreas que se consideran degradadas de acuerdo a un estudio (Ramirez, 2008) y a veces en las áreas que los dueños de la tierra consideran prioritarias, el tipo de obra se construye de acuerdo a ciertas características del terreno. Cabe resaltar que se construyen año con año en diferentes áreas de la RBM, sin embargo, actualmente no existe un programa de monitoreo o seguimiento de esas áreas, se ha comprobado que estas obras tienen influencia en incrementos en servicios ecosistémicos tales como infiltración de agua, fijación de nitrógeno y captura de carbono (Hmideh , et al., 2016; Bouvie, et al., 2016).

En esta investigación se propone un análisis participativo para evaluar el éxito de las obras de restauración en un ejido de la RBM, por lo que es necesario establecer un mecanismo de evaluación integral que considera no solo la escala puntual de vegetación como se ha practicado por parte de la CONANP. Es importante considerar que los niveles y las escalas de carácter institucional que dan forma a la restauración varían ya que generalmente los análisis se hacen a escala local, mientras que las instituciones tomadoras de decisión reciben e interpretan los datos a escala global, generalizando o difuminando las peculiaridades de cada caso (Chasek, et al., 2015). Finalmente, la complejidad socio-ecológica también está determinada por factores sociales, económicos y ambientales, por lo tanto, una aproximación multisectorial en la práctica y en la investigación es requerida (Ceccon, et al., 2015).

En este trabajo se plantea la investigación participativa en la RBM como elemento fundamental para comprender el sistema socio-ecológico y las implicaciones que tienen los bordos semilunares, al incluir a la CONANP, Pronatura, los habitantes y

los propietarios de la reserva, así como al sector científico en todo el proceso, desde la definición de los objetivos y la definición de los sitios de estudio, convirtiendo a los involucrados en colaboradores de investigación más allá que de ser una simple fuente de información, y aportar un índice socio-ecológico que asigne un valor integral al nivel del éxito biofísico, socio-económico y cultural de los bordos basado en las preferencias de los propietarios de la tierra y los intereses de la CONANP, paralelamente verificar si la construcción de estos bordos están teniendo una influencia en los servicios ecosistémicos de soporte (fertilidad del suelo y conductividad eléctrica/salinidad, riqueza de grupos funcionales y formas de vida,), regulación (almacenamiento de carbono y retención de nitrógeno, textura y estructura del suelo para procesos ecohidrológicos que promuevan la infiltración y retención de la humedad en el suelo), aprovisionamiento (forraje) y culturales (plantas medicinales, culinarias, entre otros).

### **1.1. Preguntas de investigación**

Por medio de los protocolos de la investigación participativa que conllevan la colaboración con el director de la RBM, CONANP y con seis ejidatarios que habitan en la RBM (uno de Colonia Ganadera, dos de La Soledad, dos de los Álamos, uno de Laguna de Palomas y uno de La Flor) se identificaron las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuáles son los programas, de impacto social y ecológico, implementados por la CONANP que intervienen al manejo del sistema socio-ecológico de la RBM, que han sido ejecutados en gran parte de la reserva?

¿Cuál es el estado funcional de los sitios de restauración y cuáles son las variables socio-ecológicas de los programas gubernamentales aplicados para la restauración de suelos en el ejido La Soledad dentro de la RBM implementados por CONANP que explican el estado funcional y éxito socio-ecológico actual de los sitios de restauración?



## 1.2. Hipótesis

Si se realiza una sistematización de la información de las actividades realizadas por la CONANP en la RBM, se entenderán los procesos realizados por la dependencia y se podrán identificar áreas de oportunidad tanto para cuestiones administrativas como para investigaciones relevantes.

La variación en el estado de éxito socio-ecológico actual de los bordos estará influenciada principalmente por diferencias en las técnicas de su instalación y manejo.

Una evaluación participativa de los bordos semilunares basada en los conocimientos y valores locales es un indicador del estado de las condiciones del sistema suelo-planta.

**Objetivo General.** - Realizar un análisis socio-ecológico de los programas implementados por la CONANP que intervienen en el manejo de la RBM, que han sido ejecutados en gran parte de la reserva, y que impactan a nivel social y eco-hidrológico como es el caso de los programas gubernamentales para la restauración de suelos en un caso de estudio en la RBM, con el fin de generar oportunidades de mejora en su planeación, aplicación y/o evaluación.

**Objetivo Específico 1.-** Identificar a través de un análisis de sistematización de las actividades de la CONANP en la RBM en el periodo 2002-2016, los programas que impulsen la restauración de suelos y evaluarlos desde una perspectiva de procesos.

**Objetivo Específico 2.-** Analizar desde una perspectiva socio-ecológica los sitios de restauración impulsados por CONANP. A escala puntual se examinarán los factores biofísicos, como cobertura vegetal, riqueza de especies vegetales y propiedades físico-químicos de los suelos y los aspectos socioeconómicos que pueden influir en su funcionamiento y la relación con el valor/éxito percibido de las obras.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Descripción del Área de Estudio



Figura 1 Ubicación de la Reserva de la Biosfera de Mapimí (RBM)

La RBM está ubicada en la parte central del desierto de Chihuahua, dentro del Bolsón de Mapimí que forma parte de la orilla oriental de la Cuenca Mesozoica de México (geosinclinal mexicano) y es una depresión o cuenca cerrada a la que fluyen los pocos ríos y arroyos formados después de la época de lluvias por parte de los sistemas de drenaje de la Laguna de las Palomas y la Laguna del Rey (Morafka, 1988). La altitud máxima es de 1,480 m en el Cerro San Ignacio y la altitud media del piso de la cuenca de la reserva es de 1,150 m. Es una región de amplias llanuras y pequeñas serranías (Halffter, 1991). Su fisiografía característica es una capa calcárea y depósitos de pie de monte de origen volcánico o calcáreo, y bajadas y cerros de origen volcánico y sedimentario. Los suelos se caracterizan por la

carencia de materia orgánica, fósforo y calcio y por tener altas concentraciones salinas y sódicas, especialmente en las bajadas inferiores y en la zona de playa (Morafka, 1977). Además, las precipitaciones suelen ser en forma de violentos chubascos de corta duración. La precipitación tiene un promedio anual (1979-1994) de 269.64 mm con una desviación estándar de 69.58, las lluvias de junio a septiembre representan el 71% de las precipitaciones (CONANP, 2006). La temperatura anual es de 20.8°C con una mínima promedio en el invierno de 3.9°C y una máxima promedio en el verano de 36.1°C (Cornet, 1988; Cornet, et al., 1988).

En cuanto a la vegetación y la fauna de la Reserva de la Biosfera de Mapimí (RBM) es un área con ecosistemas característicos del Desierto Chihuahuense, con una importante cantidad de cactáceas y fauna endémica como la tortuga del bolsón (*Gopherus flavomarginatus*) y la lagartija de las dunas (*Uma paraphygas*) (CONANP, 2006). Se reconocen aproximadamente 350 especies de plantas vasculares en el área, siendo las familias mejor representadas las de gramíneas, compuestas y cactáceas (Halffter, 1991).

Se ha clasificado a la vegetación como matorrales desérticos xerófilos, micrófilos y chaparrales de distintas composiciones a manera de mosaicos con vegetación halófito (principalmente pastizales) en las partes más bajas (planicies) (CONANP, 2006). Su composición y fisonomía varía con la topografía y tipo de suelo. En términos más específicos, el Bolsón de Mapimí se caracteriza por comunidades de matorral micrófilo con *Larrea tridentata*, parches de chaparral en forma de mogotes y pastizales halófitos. Las comunidades vegetales y unidades ecológicas son las siguientes (Breimer, 1985); (Martínez Ojeda & Morello, 1977); (Montaña, 1984)):

- Bajadas y sierras calcáreas de origen sedimentario con vegetación de matorrales rosetófilos abiertos y manchones densos de arbustos. Especies dominantes: *Fouquieria splendens*, *Agave lechuguilla*, *Hechtia glomerata*, *Jatropha dioica*, *Euphorbia antisiphilitica* y *Opuntia bradtiana*.
- Bajadas y cerros de origen ígneo y sedimentario con vegetación de matorrales micrófilos. Generalmente con abundancia de especies

suculentas. Especies dominantes: *Larrea tridentata*, *Fouquieria splendens*, *Agave asperrima*, *A. lechuguilla*, *Opuntia rastrera* y *O. microdasys*.

- Zona de transición eólica fluvial con arcos de vegetación y matorral abierto. *Hilaria mutica*, *Opuntia rastrera*, *Prosopis glandulosa*, *Larrea tridentata*, *Sporolobus spiciformis* y *Sida leprosa*.
- Zona de dunas. *Dalea scoparia*, *Yucca elata*, *Acacia greggii*, *A. constricta*, *Lycium berlandieri* y *Larrea tridentata*.
- Playa sur con cobertura vegetal variable de arbustos o matorrales abiertos. *Hilaria mutica*, *Sporolobus airoides*, *S. spiciformis*, *Prosopis glandulosa* var. *torreyana*, *Suaeda nigrescens* y *Atriplex canescens*; en el cauce principal *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* y *Baccharis glutinosa*.
- Playa norte. Con las mismas especies en los pastizales a la anterior, pero vegetación distinta en las dunas fósiles, con *Haplopappus heterophyllus* y *Larrea tridentata*; en áreas salinas *Allenrolfea occidentalis* y *Atriplex acanthocarpa*.
- Mesa de basalto. Con *Larrea tridentata*, *Fouquieria splendens*, *Opuntia rastrera* y *Yucca torreyi*.

### Características socio-económicas:

La RBM cuenta con 11 ejidos con la extensión mostrados en el cuadro 1, en estos ejidos, se estima que la propiedad ejidal asciende al 91% del territorio de la RBM, el resto corresponde a pequeñas propiedades (cuadro 2) y zonas federales.

Cuadro 1 Nombre y extensión territorial de los ejidos de la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Fuente: elaboración propia con datos de CONANP 2016

| Estado    | Municipio     | Ejido             | Área (ha) |
|-----------|---------------|-------------------|-----------|
| Chihuahua | Jiménez       | La Soledad        | 29,375    |
| Chihuahua | Jiménez       | Laguna de Palomas | 21,875    |
| Coahuila  | Sierra Mojada | Colonia Ganadera  | 24,280    |
| Coahuila  | Sierra Mojada | Vicente Guerrero  | 11,400    |

|          |               |  |         |
|----------|---------------|--|---------|
| Coahuila | Sierra Mojada | Nuevo Centro de Población Ejidal (N.C.P.E.)<br>El Cedral | 15,900  |
| Coahuila | Sierra Mojada | N.C.P.E. Nuevo Huitrón                                   | 12,500  |
| Coahuila | Sierra Mojada | Santa María de Mohóvano                                  | 14,375  |
| Durango  | Tlahualilo    | N.C.P.E. Tlahualilo                                      | 151,500 |
| Durango  | Mapimí        | San José de los Álamos                                   | 6,875   |
| Durango  | Mapimí        | La Flor  | 22,500  |
| Durango  | Mapimí        | San Ignacio de Yermo                                     | 7,000   |

Cuadro 2 Nombre y extensión territorial (hectáreas) de las propiedades privadas en la Reserva de la Biosfera Mapimí Fuente: elaboración propia con datos de CONANP 2016

| <b>Estado</b> | <b>Municipio</b> | <b>Propiedades</b> | <b>Área (ha)</b> |
|---------------|------------------|--------------------|------------------|
| Durango       | Mapimí           | Rancho San Ignacio | 20,300           |
| Durango       | Mapimí           | Rancho San Felipe  | 11,600           |
| Durango       | Mapimí           | Rancho Guadalupe   | 4,000            |
| Coahuila      | Sierra Mojada    | Rancho Loma alta   | 4,500            |

En la Reserva de la Biosfera de Mapimí se ha documentado una dinámica poblacional de migración estacional durante periodos de años secos, con una recolonización del área durante la llegada de lluvia debido a la división del trabajo vinculada a la vida ganadera de la población. En tiempos de sequía las mujeres y niños migran a poblados más grandes, mientras los hombres se quedan al cuidado del ganado (Kaus, 1993). La mayor parte de la población activa se concentra en el poblado de Carrillo, en el ejido Laguna de Palomas, que en 2005 contaba con 220 habitantes, mientras que 60 personas habitaban en el resto de la RBM, en donde también se practica la ganadería, pero la actividad económica predominante es la extracción artesanal y venta de sal (CONANP, 2006). El ejido La Flor es el único que incluye un proyecto de ecoturismo, apoyado por la CONANP.

La presente investigación se centra en El ejido La Soledad como caso de estudio. Dicho ejido fue fundado en 1967 y actualmente en el Registro Agrario Nacional cuenta con 20,090.60 has de superficie y 17 ejidatarios, está ubicado en la zona norte de la RBM y de acuerdo con la clasificación de Montaña (1984) se encuentra en la Zona de Dunas y la Playa Norte.

## **2.2 Desarrollo de la Investigación Participativa**

Austin (2004) argumenta que soluciones con fundamentos ecológicos resultan viables para solucionar un problema ambiental, y suelen fallar si no se consideran los intereses sociales, económicos, políticos y el sistema de valores de los actores involucrados. Para solucionar este tipo de complejidad es necesario generar alianzas a largo plazo entre los involucrados, que apoyen al empoderamiento de la comunidad considerando sus problemas, las definiciones propias y las vías para su resolución.

Las alianzas permiten responder a problemas como: altos niveles de complejidad, bajos niveles de confianza en instituciones e incapacidad dentro de una organización para tener éxito por sí sola. El éxito de las alianzas está determinado al establecer y mantener relaciones de mutuo beneficio identificando y trabajando en busca de un propósito en común. La capacidad reflectiva entendida como la capacidad para ir más allá del conocimiento y las habilidades adquiridas, pudiendo adaptarlas a contextos específicos hasta el punto de inventar nuevas estrategias para solucionar un problema (Larrivee, 2000), y el aprendizaje recíproco, son puntos clave para crear la capacidad de la comunidad y de un grupo para crear cambios, balances entre investigación y acción, practicar trabajos inter y multidisciplinarios y contextualizar las preocupaciones de la comunidad (Austin, 2004).

En la presente investigación se generaron alianzas con los actores involucrados; CONANP, propietarios de tierras, habitantes de la RBM y alrededores, así como diferentes instituciones académicas y organizaciones civiles, como PRONATURA, para co-generar líneas de trabajo en las que converjan los intereses y necesidades de varios *-todos-* actores.

A continuación, se describe a modo cronológico el proceso del método participativo que se desarrolló en campo:

En abril del 2017, se realizó una visita a las Oficinas de CONANP estatal (Torreón, Coahuila), con el fin de presentar al grupo de trabajo académico e invitar a una participación en asociación con los ejidos. La dependencia demostró interés de colaborar y explícitamente indicó la necesidad de sistematizar los esfuerzos realizados en los últimos 15 años en la RBM por su administración. Después se realizaron visitas a 5 ejidos de la RBM (Santa María de Mohovano, Las Lilas, Colonia Ganadera, La Soledad, Puerto Carrillo) para presentar al equipo de trabajo y las intenciones de trabajar de forma colaborativa, en las cuales se les invitó plantear posibles áreas de trabajo comunes. Posteriormente en julio del mismo año se participó en la reunión de Consejo (30 de junio), integrado por representantes de los ejidos y las organizaciones presentes en la RBM. Para dar inicio de la sistematización de los programas de la CONANP, se compiló la información con el apoyo de los técnicos en las instalaciones de la CONANP en Torreón(3-7 de junio). En una visita del 8-14 de julio a los ejidos se escucharon las opiniones y las propuestas de trabajo, así como las áreas de interés de colaboración. Se buscó establecer también la relación con los ejidos Tlahualilo y Los Álamos.

Debido a la extensión de la RBM, en octubre 2017 se realizaron entrevistas semi-estructuradas con varios ejidos con la intención de seleccionar intereses comunes en un ejido particular para desarrollar la investigación participativa. También se realizaron recorridos en los ejidos involucrados para conocer las obras de restauración, sistemas de manejo de ganado y particularidades de cada ejido que según los pobladores tienen cierta importancia en sus actividades productivas. En el mes de diciembre se acordó colaborar con el ejido La Soledad.

En el ejido La Soledad se habían instalado obras de restauración, bordos, desde el año 2002 hasta 2016. Por lo general están agrupados espacialmente por año de instalación, debido a la organización interna del ejido. El ejido La Soledad está dividido en 3 grupos de ejidatarios, este estudio se realizó dentro de los límites del predio de uno de esos grupos formado por 3 ejidatarios. En esta fracción los

bordos se ubican en una franja orientada del norte al suroeste, localmente conocida como “llanales” o “llanos”; se refiere a áreas planas con una pendiente muy ligera y desprovista de vegetación (peladeros) o con poca cobertura vegetal.

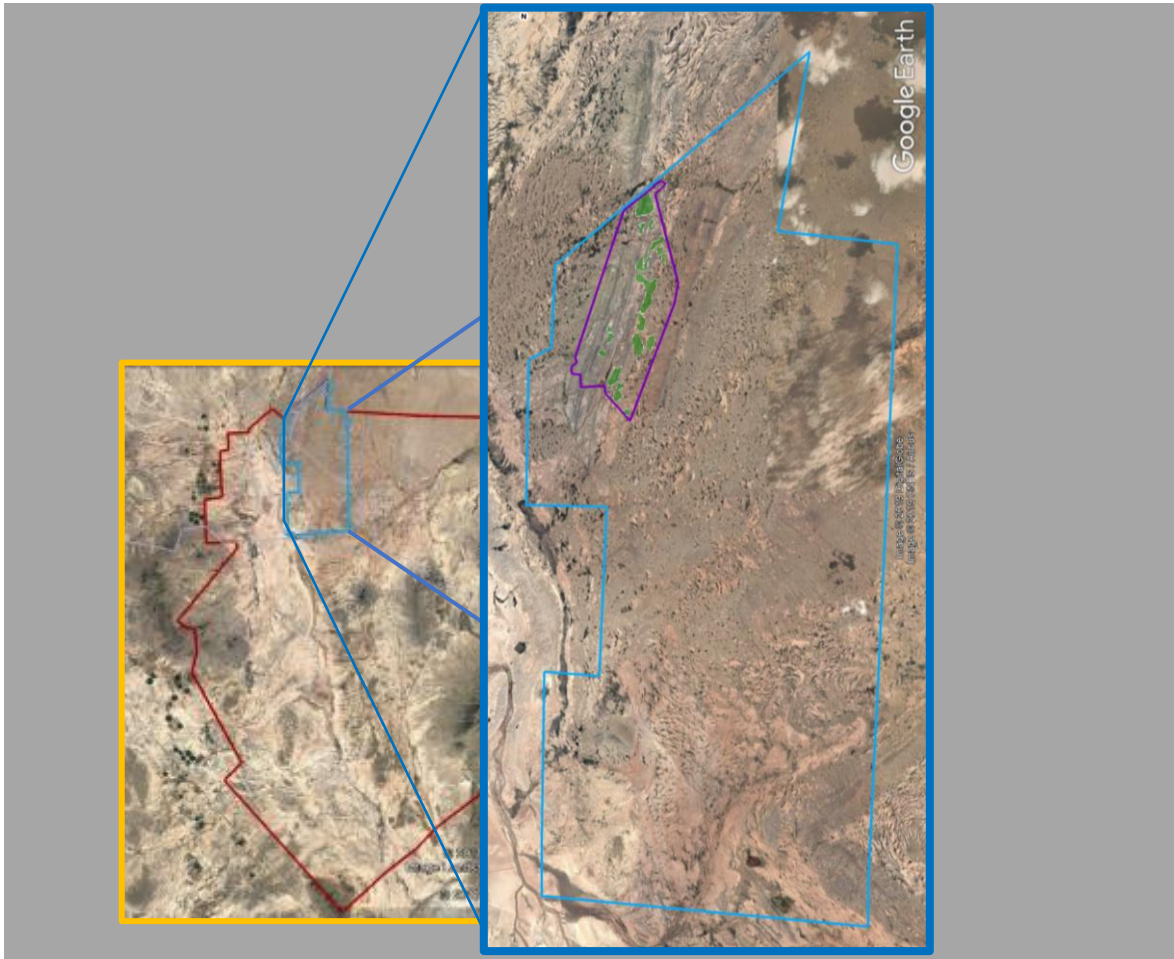


Figura 2: Ubicación del ejido La Soledad (polígono azul) dentro de la Reserva de la Biósfera Mapimi (polígono rojo) y la zona donde se ubican los bordos que se examinaron en este estudio (polígono morado), en manchas verdes se representan los sitios de bordos

En diciembre 2017 (entre los días 5-12), se visitaron 176 obras de restauración, cada bordo semicircular se geo-referenció y se identificó el año de construcción, el equipo usado para su construcción, el año y las especies de pastos usadas en la siembra, la intensidad de pastoreo actual, y la riqueza de especies vegetales presentes (Ver anexo 7.2). Cabe resaltar que toda esta información se adquirió por la participación y cooperación de los ejidatarios. Una vez identificadas las especies



de plantas se procedió aplicar un cuestionario con cuatro habitantes con modo de vida ganadero (tres hombres y una mujer) de La Soledad, considerando el conocimiento local de los habitantes se les asignó a las especies de plantas un valor según su factibilidad como forraje (para el ganado), su ciclo de vida (anual, perenne) y usos (culinarios o medicinales) (ver anexos 7.5 y 7.6).

A partir de esos datos se co-diseñó con los ejidatarios un índice de éxito socio-ecológico de las obras de restauración, cuyo objetivo fue asignar a cada bordo un valor integral en función de la importancia de las especies vegetales presentes, desde la perspectiva de los ejidatarios y considerando también una comparación visual del área del semicírculo cubierto por vegetación con los interparches.

Entre el 13 y 15 de marzo 2018, se terminó con la georeferenciación de todos los bordos (116 que no se cubrieron en diciembre). Además, se realizó una verificación del índice determinado en el campo; por ejemplo, se corroboraron que bordos con índices altos, medios y bajos, realmente coincidieran con los valores de los ejidatarios percibidos para los bordos proveyendo forraje.

Se generó una amplia base de datos para un total de 292 bordos. Se seleccionaron los bordos que compartieron el mayor número de características para poder realizar comparaciones cuantitativas de las condiciones biofísicas de los bordos. Mediante observaciones anotados en campo se descartaron aquellos bordos que no cumplieron con la orientación paralela a la pendiente, la distancia mínima de la barrera hídrica (80 m) y que ya no eran funcionales (por ejemplo, rompimiento de bordos por su incapacidad de retener altas cantidades de agua; una fuerte lluvia en octubre 2017 rompió varios bordos, también son vulnerables al pisoteo por el ganado). Después de haber eliminados 34.09% de los bordos, se realizaron cuatro agrupamientos de un total de 64 bordos, con características comparativas y de interés particular para los ejidatarios y de la CONANP. A partir de esta selección, se dividió la segunda pregunta de investigación en cuatro sub-preguntas específicas:

P1- ¿Cuál es el efecto de la exclusión de ganado sobre el éxito de los bordos?

P2- ¿Cuál es el efecto de la herramienta de construcción del borde en el éxito de la obra en zonas pastoreadas?

P3- ¿Cuál es el efecto de pastoreo en el éxito de la obra a largo plazo?

P4- ¿Cuál es el efecto de la exclusión en el éxito de la obra a largo plazo?

### 2.3 Muestreo de suelos

Una vez seleccionados los bloques de borde para responder a cada una de las cuatro sub-preguntas se almacenaron los puntos georeferenciados en un GPS y en campo se eligieron 5 bordos (para la pregunta 4 sólo hubo 4 bordos del año 2004) al azar dentro de cada bloque con las mismas características pre-definidas.

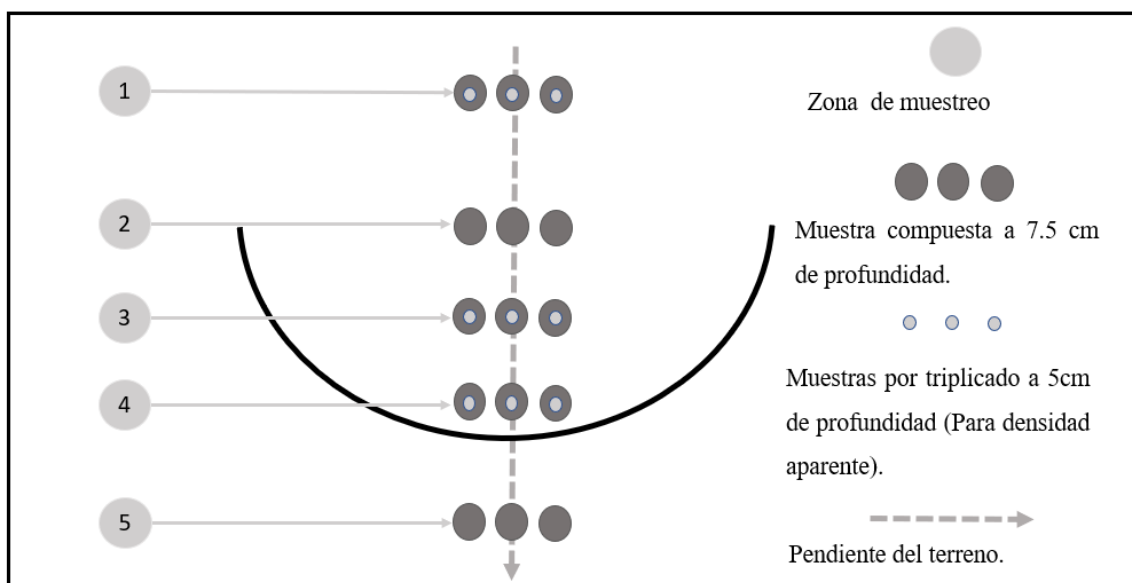


Figura 3: Diseño de muestreo de suelo para cada bordo seleccionado. En cada bordo se muestrearon en 5 zonas (1-5) para examinar el efecto del bordo en las características físico-químicas de suelo. Las zonas 1 y 5 fungieron como testigos.

Se estandarizó un diseño de muestreo para cada bordo (Figura 3) considerando cinco puntos específicos (Figura 3, Cuadro 3). La ubicación de los cinco puntos se seleccionó para examinar el efecto de la escorrentía y el depósito de sedimento en variables físicas (textura,) y químicas (concentración de carbono orgánico, nitrógeno total, conductividad eléctrica). En mayo de 2018, en cada bordo se excavaron un total de 320 muestras de suelo (0-7.5 cm de profundidad) con un nucleador de suelo (4 cm de diámetro). En cada de las cinco zonas, se tomaron muestras compuestas

(3x) para los análisis de la textura de suelo, carbono orgánico, nitrógeno total, conductividad (de pasta de saturación y de dilución 1:16). En las zonas a, c, d se tomaron un total de 180 muestras para determinar la densidad aparente. Cada muestra compuesta e individual fue colocada en bolsas de plástico etiquetadas y guardadas en hieleras y transportadas al Laboratorio de Ecología y Cambio Ambiental Global del IPICYT para su posterior análisis físico-químico.

### **Análisis físico-químico de muestras de suelo**

Se realizó la determinación de la conductividad eléctrica por un extracto con un factor de dilución de 1:16 ( $EC_{1:16}$ ) (Rhoades, 1996) usando 2 g de suelo tamizado, se agregó 32 ml de agua desionizada, se agitó por 30 minutos, se reposaron 15 minutos y se tomó lectura con un conductímetro ( $mScm^{-1}$ ).

Para determinar conductividad eléctrica por el método de pasta de saturación ( $EC_p$ ) (Rhoades, 1996) se separaron 300 gr de suelo y se empaquetaron, para la determinación de la textura de suelo con el método Bouyoucos (1936) también se separaron y empaquetaron 300g de suelo que fueron enviados al Laboratorio certificado de Física de Suelos del Colegio de Postgraduados, Texcoco, México.

Para la determinación de la concentración del carbono orgánico (CO) y del nitrógeno total de suelo se toman pulveriza en un mortero de ágata alrededor de 4 gramos de suelo tamizado. Posteriormente cada muestra se humedeció con ayuda de una pipeta pasteur hasta el punto de saturación y se sometieron a un tratamiento de vapor de HCL en un recipiente hermético por 12 hrs para eliminar potenciales carbonatos, después se secaron las muestras en una estufa a  $60^{\circ}C$  durante 24 hrs y se pulverizaron nuevamente con el mortero de ágata, para almacenar las muestras en tubos Eppendorf. Para el análisis se colocaron alícuotas (0.17mg) de este suelo en capsulas de estaño y se analizaron las muestras encapsuladas con un Analizador Elemental con sistema de combustión (Costech 4010). Se reportaron las concentraciones de carbono orgánico y nitrógeno total en mg/g suelo.

Para la determinación de la compactación de suelo se calculó la densidad aparente del suelo. Para ello se colocaron las muestras de suelo en charolas individuales y se secaron en la estufa a 60°C por 48 hrs hasta tener peso constante. Se calculó con la fórmula:

Densidad aparente del suelo (D; g/cm<sup>3</sup>) = Peso seco de la muestra (g) / Volumen del nucleador (cm<sup>3</sup>).

Cuadro 3: Descripción de las cinco zonas de muestreo de suelo dentro de cada bordo, EC<sub>P</sub> = conductividad por extracto de pasta saturada (mScm<sup>-1</sup>), EC<sub>1:16</sub> = conductividad eléctrica de dilución 1:16 (mS/cm-1), CO = Carbono orgánico (mg/g), Nt= nitrógeno total (mg/g), Da = Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)

| Zona de muestreo                                     | Descripción  | Análisis realizados |                    |    |    |         |    |
|--|--|---------------------|--------------------|----|----|---------|----|
|  |  | EC <sub>P</sub>     | EC <sub>1:16</sub> | CO | Nt | Textura | Da |
| 1) Control   | 5 metros pendiente arriba de una línea imaginaria de la intersección de los vértices del bordo                         |                     | X                  | X  | X  | X       | X  |
| 2) Inicio de bordo                                   | Es la zona media del cruce de los vértices.  | X                   | X                  | X  | X  |         |    |
| 3) Zona de alta humedad por retención de escorrentía | Centro de la franja, que se forma con signos de inundación, como una ligera capa de sedimentos y grietas de desecación |                     | X                  | X  | X  |         | X  |
| 4) Zona de inundación por                            | La zona donde se acumula el agua, caracterizada por capas de sedimentos más  | X                   | X                  | X  | X  |         | X  |

|                         |  |  |   |   |   |  |  |
|-------------------------|--|--|---|---|---|--|--|
| escorrentía retenida    | marcadas que en el punto c.                                      |  |   |   |   |  |  |
| 5) Influencia del bordo | 5 metros pendiente abajo del punto más alto del bordo de tierra. |  | X | X | X |  |  |

## 2.4 Análisis Estadísticos

Se realizaron Análisis de varianza (ANOVA) usando las zonas de muestreo como factor anidado y considerando factores principales según las preguntas P1-P4 (ver descripción de los niveles de cada factor Cuadro 4). Las variables de respuesta conductividad eléctrica con factor de dilución 1:16 ( $EC_{1:16}$ ), carbono orgánico (CO), nitrógeno total (Nt) se analizaron para cada una de las 5 zonas. Densidad aparente (Da) se evaluó en las zonas 1, 3 y 4, la conductividad por extracto de saturación se evaluó en la zona 2 y 4. Para comparar textura, el índice del éxito de las obras y la riqueza de especies vegetal en bordos se realizó una ANOVA de una vía. Se comprobó la normalidad de los residuales con la prueba de Shapiro Wilk. Se requirió hacer transformaciones a algunas variables para obtener la normalidad de los residuales. Para la pregunta 1, la  $EC_{1:16}$  se realizó una transformación inversa, para el Nt se usó raíz cuadrada ( $y$ ). Se eliminó un dato outlier de  $EC_p$  4120  $mS\ cm^{-1}$  una muestra en los bordos de pastoreo en la zona 4 de muestreo. Para la pregunta 2, la  $EC_{1:16}$  se transformó a escala logarítmica, para la  $EC_p$  se realizó una transformación inversa y para el Nt se usó raíz cuadrada. Para la pregunta 3, para  $EC_{1:16}$  y  $EC_p$  se realizó una transformación inversa, y para Nt se aplicó raíz cuadrada. Para la pregunta 4, se aplicó una transformación inversa a  $CE_{1:16}$  y para Nt se aplicó una transformación raíz cuadrada. Todos los análisis estadísticos se realizaron en RStudio Version 1.1.453 – © 2009-2018 RStudio, Inc.

Cuadro 4 Diseño experimental para los análisis estadísticos de las variables de respuesta considerando las cuatro preguntas

| Pregunta | Factor      | Niveles                   | Repeticiones | Variables de respuesta (# de muestras) |        |                          |                     |        |             |            |
|----------|-------------|---------------------------|--------------|--|--------|--------------------------|---------------------|--------|-------------|------------|
|          |             |                           |              | CO (5)                                 | Nt (5) | CE <sub>(1:16)</sub> (5) | CE <sub>P</sub> (2) | Da (3) | Textura (1) | Índice (1) |
| P1       | Manejo      | 2: Pastoreo y Exclusión   | 5            | 50                                     | 50     | 50                       | 20                  | 30     | 10          | 10         |
| P2       | Herramienta | 2: Tractor y Escrepa      | 5            | 50                                     | 50     | 50                       | 20                  | 30     | 10          | 10         |
| P3       | Años        | 4: 2006, 2008, 2009, 2010 | 5            | 100                                    | 100    | 100                      | 40                  | -      | 20          | 20         |
| P4       | Años        | 4: 2004, 2005, 2013, 2015 | 1(4)+3(5)    | 95                                     | 95     | 95                       | 38                  | -      | 19          | 19         |

## 3 Resultados

### 3.1 Diagnóstico de investigación participativa

#### 3.1.1 Modelo de Sistematización de CONANP

En julio 2017, se realizó la organización de los documentos relacionados a la RBM de la CONANP en las oficinas de Torreón. Se aplicó el Modelo de Sistematización de Martínez Tagüña *et al* (2017) para organizar, categorizar y analizar la información de la CONANP basado en procesos, tomando en cuenta que toda actividad realizada se puede categorizar en los siguientes ejes actores, espacios y procesos.:

**Actores:** Son los individuos o grupos, beneficiarios, usuarios que son el objetivo principal de la actividad realizada, se clasificarán en:

- *Ejidatarios:* Son las personas que tienen a su cargo un derecho ejidal dentro de la RBM, pueden tener papeles de tomadores de decisiones o ser objeto de alguna de las actividades realizadas por la CONANP.
- *Institucionales:* Son las organizaciones establecidas formalmente o no, como la misma CONANP, grupos organizados de mujeres, jóvenes, familias o grupos dentro de un ejido o entre ejidos.
- *Inter-Institucionales:* Se refiere a los casos en que se forman organismos más complejos a partir de organizaciones no homogéneas, por ejemplo, grupos de ejidatarios, grupos de maestros, grupos de científicos con personal de la CONANP

**Espacios:** Se refiere a la escala y al contexto en la que la actividad se desarrolla, se dividió en:

- *Local:* se refiere a las unidades espaciales de propiedad dentro de la RBM, los ejidos, las propiedades privadas o federales.
- *Regional:* se refiere a las actividades que traspasan las fronteras de la RBM y permean a los alrededores, como los comités de vigilancia.
- *Nacional:* Dado que los programas son emitidos desde oficinas federales de la CONANP, habrá aquellos que sean aplicables a otras ANP en el país.

**Procesos:** Son todas las actividades realizadas por la CONANP, categorizadas en 4 rubros:

- *Diagnóstico:* Son actividades encaminadas a realizar un diagnóstico de cualquier índole, como encuestas para conocer el nivel socioeconómico de la población, es el deseable primer paso para la posterior implementación de alguna actividad
- *Intervención:* Son actividades encaminadas a realizar una transformación en el sistema de alguna forma se espera lograr un cambio, ya sea por intervención física, o algo más sutil como una capacitación.
- *Evaluación:* Son las actividades que le dan continuidad a la intervención, una vez que sucede la intervención se busca medir el éxito, nivel de aceptación o los impactos que esa actividad tuvo.
- *Transferencia:* se refiere a las actividades que buscan extender las experiencias logradas por las acciones realizadas dentro del sistema de la RBM, hacia los agentes externos.

La CONANP cuenta con información acumulada por 15 años de trabajo en la RBM. Para fines de este estudio se reporta únicamente un fragmento de la sistematización aplicada a los programas de interacción directa entre la CONANP y los actores de la RBM y que puedan tener un impacto directo en el sistema socioecológico. Entre estos programas son el Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), Programa de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS) que desde 2007 se modificó al Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES), el Programa de Empleo Temporal (PET) y más reciente el Programa de Acción ante el Cambio Climático (PACC). Cada programa tiene sus ejes propios de trabajo, pero entre ellos hay transversalidades. El PROCER se centra en actividades de conservación y recuperación de maíz criollo, compensación social para contribuir a la conservación de la vaquita marina, y en la RBM se aplica como programas de acción para la conservación de especies en algún nivel de riesgo.

Los recursos de PROCODES aplican a 4 líneas:



1.- Proyectos orientados a realizar “actividades para la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, restauración ecológica o para el establecimiento, construcción y/o conservación de la infraestructura ambiental y productiva.”

2.- Cursos de capacitación y talleres en las líneas de conservación y desarrollo sostenible.

3.- Estudios Técnicos que “... constituyan herramientas de planeación, programación y evaluación en torno a estrategias y líneas de acción para la conservación y el desarrollo sostenible de las localidades”

4.- Brigadas de contingencia ambiental “Apoyos destinados para el establecimiento, activación y apoyo de brigadas comunitarias para prevenir, mitigar y restaurar las situaciones de riesgo derivadas... actividades humanas o fenómenos naturales que ponen en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.”

El PET está destinado a cubrir hasta un 99% de los jornales para las actividades relacionadas a la conservación de los recursos naturales, promover y capacitar en el uso sostenible de los recursos naturales y ejecutar acciones para la adaptación de las familias y comunidades a los impactos del cambio climático y actividades dedicadas a atender emergencias que afecten a la población o los recursos naturales.

El PACC es el programa de más reciente aplicación, sobresale por que es la primera vez que se usa el término “socioecosistema”, y busca reducir la vulnerabilidad frente a los escenarios de cambio climático, a través de actores clave, busca información sobre escenarios del clima y sus posibles efectos en el sistema.

Con el modelo de sistematización podemos detectar que los cuatro programas consideran actividades relacionadas a la restauración de suelo de forma directa o de indirecta por medio de la conservación de espacios para la tortuga del bolsón. Todos los programas se enfocan en *procesos de intervención* y poco en el *diagnóstico y evaluación*, sin embargo, en la Estrategia Regional Noreste y Sierra Madre Oriental 2015-2020, en la línea de acción de ganadería mal planificada, el objetivo A.1.6 requiere: “Elaborar e implementar programas de restauración en los

predios con programas de manejo” y como indicador se refiere a “la superficie (has) en proceso de restauración”.

Cuadro 5 Resumen del modelo de sistematización aplicado a los programas de CONANP en la RBM (también ver anexo 7.4)

| Programa   | Producto  | Ejes de cada producto |         |              |
|------------|---|-----------------------|---------|--------------|
|            |   | Actor                 | Espacio | Proceso      |
| PET        | Apoyo a obras de conservación de suelos               | Ejidatarios           | Local   | Intervención |
| PROCOCODES | Proyectos de Restauración del hábitat.                | Ejidatarios           | Local   | Intervención |
| PROCER     | Proyectos de conservación y Restauración del hábitat. | Ejidatarios           | Local   | Intervención |
| PACC       | Exclusiones para protección de tortugas               | Ejidatarios           | Local   | Intervención |

Las obras de restauración en la RBM son obras de micro-captación de agua, se construyen dos modalidades diferentes, las presas de piedra o gaviones, y los bordos semicirculares. La CONANP funge como capacitador en la construcción de estas obras, siguiendo las instrucciones del manual de la FAO (1997), este organismo gestiona diversos subsidios para estas obras y los ejidos los solicitan de forma voluntaria, la cantidad de obras depende de la disponibilidad de recursos para asignarlos a los solicitantes. Estos subsidios se aplican en la reserva desde 2002

Las presas permeables de piedra son una técnica de captación externa (Figura 4), área de captación en pendientes largas, recomendado para cultivos, consisten en largas presas de piedra y de poca altura a lo largo de valles favoreciendo la distribución del agua y controlando las cárcavas, adecuado para sistemas donde pendientes suaves en valles presentan cárcavas y dónde se requiere una mejor distribución del agua, su desventaja es que necesita bastante piedra, que puede no estar disponible en todos los sitios.

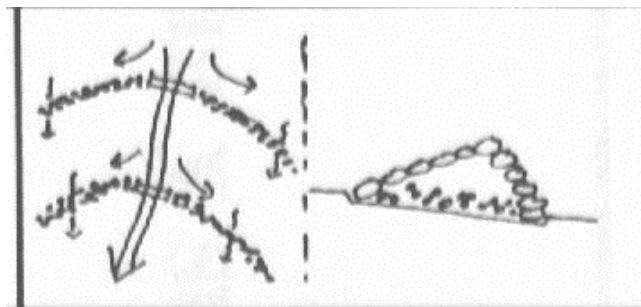


Figura 4: Esquema de flujo de presas de piedra (FAO,1997)

Las obras menos distribuidas en la RBM son las presas filtrantes, ya que la topografía de la RBM es en su mayoría poco accidentada, y estas obras están restringidas a lugares dónde las pendientes son pronunciadas además que sean zonas degradadas y que estas condiciones originen cárcavas.

Los bordos semicirculares se recomiendan para agostaderos, forraje y árboles, son bordos de tierra en forma de medios círculos en serie de bordos escalonados, útil para la siembra de pastos, cultivos forrajeros, o árboles en agostaderos degradados, tienen la restricción de no poderse mecanizar. Además, no se recomiendan para suelos poco profundos ni suelos muy salinos, algo a tener en cuenta ya que los suelos en la zona del Bolsón de Mapimí se caracterizan por altos contenidos de sales (Grünberger, et al., 2004). Los bordos están recomendados para precipitaciones de 200-750 mm, con pendientes debajo de 2%-5%. En el manual se muestran dos diseños (a y b), la diferencia radica en el tamaño. Los de tipo a) tienen un radio de 6 m, mientras los del tipo b) tiene un radio de 20 m (Figura 5 y 6), (Critchley & Siegert, 1991). En la RBM los bordos semicirculares de tipo a) son nombrados microcuencas, mientras que los de tipo b) se denominan bordos u ollas.

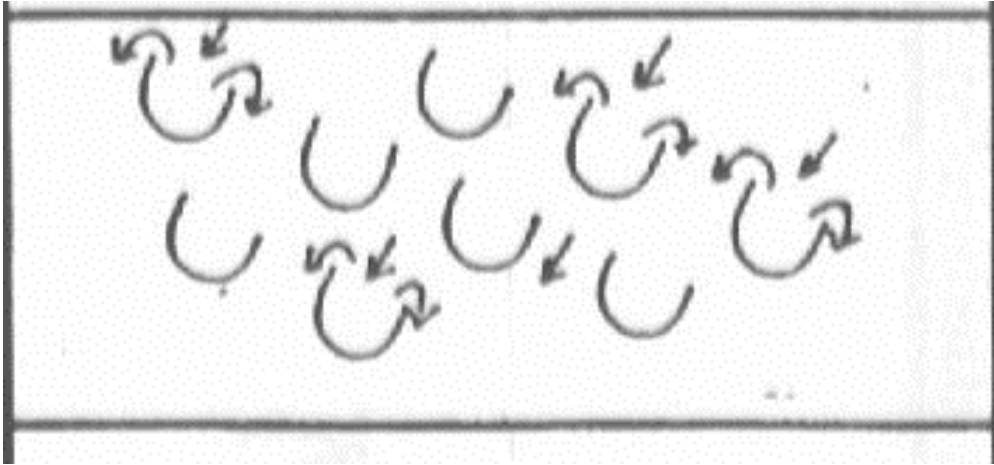


Figura 5: Esquema de funcionamiento de bordos semicirculares, se aprovecha la pendiente para capturar el agua que escurre dentro del área del semicírculo (FAO, 1997)

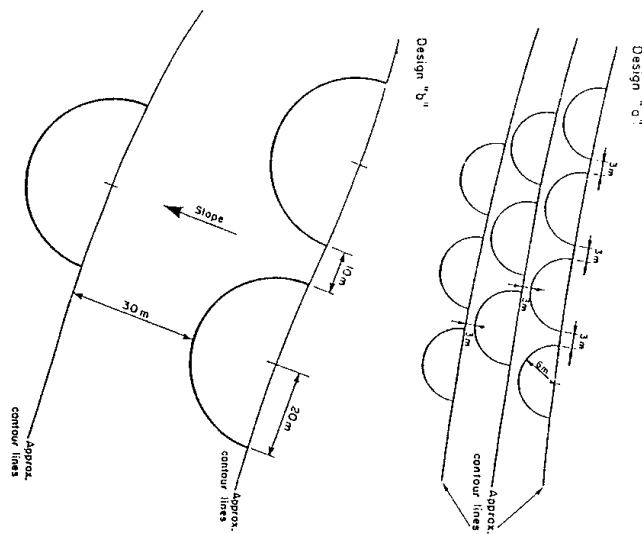


Figura 6: Dimensiones de las dos modalidades de bordos semicirculares (FAO, 1997)

Las áreas destinadas para la instalación de bordos semicirculares de diseño a) o microcuencas (Figura 7) son aquellas donde se encuentran colonias importantes de tortuga, son áreas sembradas con pastos nativos, y su objetivo es funcionar como bebedero para los animales silvestres y formar forraje para la tortuga, estas áreas son excluidas del ganado.



Figura 7 Zona de restauración para la Tortuga del Bolsón, 10 ha excluidas con microcuencas sembradas con pasto nativo en 2014 en el ejido La Flor, dentro de la RBM.

Las obras potencialmente con un mayor impacto en el paisaje y la hidrología de la RBM son los bordos semicirculares de diseño b) o bordos (figura 6). Todos los bordos instalados tienen un radio de 20 m, se han construidos en todas las propiedades ejidales, federales o privadas. Desde el 2002 a la fecha fueron construidos en varias propiedades en diferentes años. En ese periodo el tipo de herramientas de construcción ha cambiado, originalmente se construían de forma manual (con pala o escrepa) en La Soledad se han construido de forma mecanizada (tractor) en 2013 y 2016. Actualmente, el cambio tecnológico está en negociación con la CONANP, ya que el uso de maquinaria pesada está restringido dentro de la RBM debido al impacto por compactación del suelo. Su construcción se promueve en áreas que han sido identificadas como degradadas de acuerdo a un estudio (Ramirez, 2008) y a veces por petición en las áreas que los dueños de la tierra consideran prioritarias. Aunque su objetivo es la restauración de suelo, los ganaderos valoran la producción de forraje que hay dentro de algunas obras, como variante los bordos pueden estar o no sembradas con pastos e incluso excluidos de ganado, entonces dado su potencial impacto ecológico y su implicación social como beneficio directo (pago por jornal) e indirecto (producción de forraje), los bordos

semicirculares son de un mayor interés para un estudio integral de carácter socio-ecológico

### 3.1.2 Resultados de la interacción con los habitantes de la RBM

Como resultado de las ocho entrevistas semiestructuradas implementadas en distintas propiedades de la RBM, en abril de 2017, se identificaron oportunidades de investigación participativas como un estudio sobre la disponibilidad de la cantidad y calidad de forraje en el ejido La Soledad, los ganaderos de este ejido observaron una disminución de forraje (cantidad y calidad) en comparación con décadas pasadas, algunos de ellos vinculaban esta disminución de forraje a la degradación del suelo o sobrepastoreo. Por falta de forraje de calidad que permite mantener las cabezas de ganado, algunos recurrían a la compra de forraje en poblaciones fuera de la RBM.

Asociado a la falta de forraje sobresale el tema de la falta de agua como una de las problemáticas más mencionadas. A parte de la falta de infraestructura para distribuir el agua adecuadamente entre los potreros, además existen problemas relacionados con su calidad y cantidad ya que existen pozos o norias que abastecen el agua a varios ejidos. Los pozos que abastecen a La Soledad y a la Colonia Ganadera para el uso doméstico y ganadería son aguas saladas. En relación a las percepciones sobre cambios en los patrones de lluvias, las observaciones de las personas más edad enfatizan que la lluvia no es uniforme en el paisaje, sino que cae en manchones pequeños aleatorios, y con fuerte intensidad.

En las reuniones del consejo de la RBM, la CONANP funge como moderador y determina los temas a tratar. estas reuniones mensuales son un espacio importante de participación e intercambio entre los pobladores de la RBM, dado de que por cuestiones de distancia y logística en la reserva es complicado mantener contacto entre ellos. En dichas reuniones se abordan temas que son de interés común a los participantes, además es un espacio donde, se invita a terceros involucrados en temas de la reserva, como lo son técnicos, especialistas, representantes de gobierno, asesores académicos y miembros de asociaciones civiles.

En la asamblea de Julio de 2017, se observó que las obras de restauración de suelos son de interés de los asistentes, se negoció el precio a pagar a los ejidatarios por instalación de un bordo y las ventajas de realizarlas de forma manual o mecanizada con maquinaria pesada. CONANP mencionó la posibilidad que en un futuro todas las zonas con obras de restauración fueran excluidas del ganado con el fin de mejorar el impacto positivo de las obras. Se identificaron un amplio espectro de los beneficios de las obras para los pobladores: se observó que las obras de restauración son una fuente de ingreso para los ejidatarios (para algunos representa un mayor porcentaje de sus ingresos) y aumentan la producción de forraje, la conservación de suelo por parcelas destinadas a la conservación de tortuga, por la que también reciben un pago. Esta especie es un símbolo de identidad de algunos habitantes de la reserva se, “sienten bien al ver un incremento en su población.”

Las asambleas recientemente se modificaron de tal forma que nombraron comités (ganadero, turismo, educación ambiental, vigilancia, y académico) y representantes por comités; son estos representantes que asistirán a las reuniones y luego difundirán los acuerdos entre los pobladores de la RBM. De esta manera, las reuniones son más rentables, porque no tienen que asistir todos los ejidatarios a todas las reuniones, ya que implica gastos.

En la entrevista aplicada para definir lugar de trabajo (anexo 7.1) o se aplicó a ocho hombres de siete propiedades diferentes de la RBM (tomando en cuenta a la Soledad como dos propiedades diferentes debido a su organización: Loma Prieta al sur y Soledad al norte), cuando se les preguntó si hay obras de restauración en áreas degradadas en su terreno todos respondieron afirmativamente. Sin embargo, se reportaron distintas definiciones sobre la degradación: como erosión de suelo (cuatro personas), como pérdida de vegetación y erosión de suelo (dos personas), como pérdida de pasto y erosión (una persona) y como pérdida de pasto (una persona).

Existen bordos semilunares en todos los ejidos cuyos pobladores fueron encuestados y además fueron el tipo de obra más viejo en cada ejido, los primeros construidos en 2003 en La Flor y en la Soledad en esta última se ha construido un

lote de bordos año con año lo que lo convierte en el sitio con mayor número de obras de restauración. Este hecho y el notable interés de los pobladores fueron las razones importantes para elegir la región de La Soledad como área de estudio.

Las propiedades que sólo tenían bordos semilunares son La Soledad, Loma Prieta. Colonia Ganadera cuenta además con zonas de microcuencas y los ejidos Pequeña Propiedad Guadalupe, y Los Álamos tienen bordos, microcuencas y presas de infiltración

En relación a la percepción local sobre el éxito de las obras de restauración, el 75% de los encuestados ha notado un incremento en la vegetación, la mitad de ellos observó un aumento de pasto, un 12.5% no observó cambios. Un 50% no consideró que se esté cumpliendo con el objetivo de las obras de restauración. En la Figura 13 se observa que ha cambiado la respuesta de la gente cuando se les preguntó ¿Qué razón o razones los motivó a construir obras de restauración? y ¿Qué es lo que esperan como resultado al construir nuevas obras?

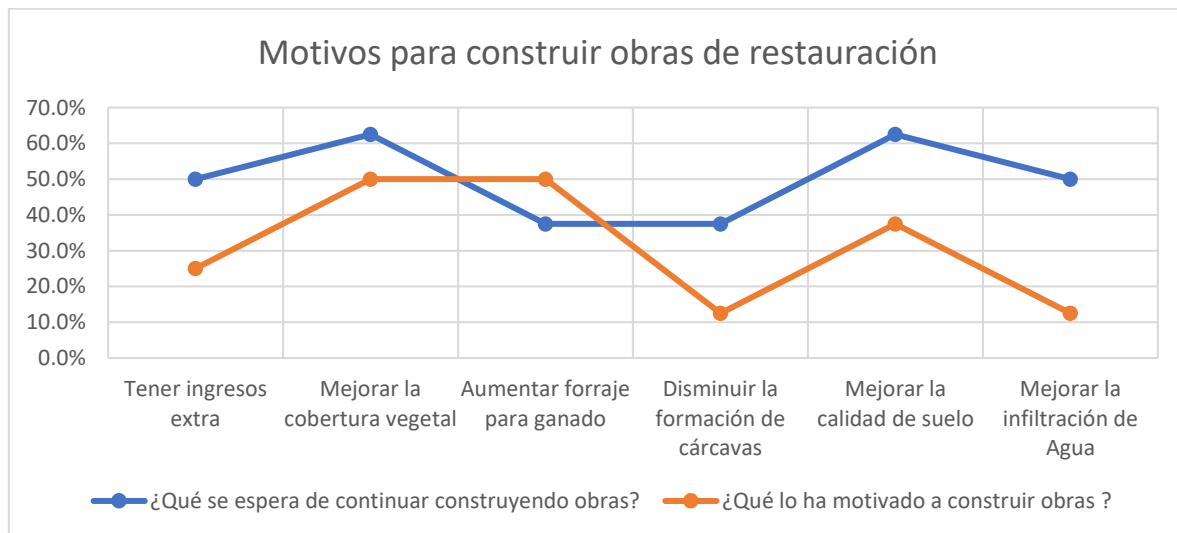


Figura 8 Comparación de los motivos originales para construir obras de restauración y las expectativas de nuevas obras. Entrevista aplicada a ocho ejidatarios de La Soledad, Colonia Ganadera, Los Álamos, y Laguna de Palomas.

Finalmente, se les preguntó si existe algún tipo de monitoreo después de la realización de las obras, tres de ellos dijeron que no, uno dijo no saber, y cuatro dijeron que sí, pero uno de ellos afirmó que sólo al momento que técnicos de



CONANP hacen la supervisión para verificar el trabajo finalizado. Ningún ejidatario ha sido parte de los esfuerzos de monitoreo de la CONANP

### 3.1.3 Caracterización de los bordos

Durante la recolección de los datos de campo guiada por habitantes de la Soledad se visitaron 292 bordos; se realizó un levantamiento con indicadores específicos: el “formato de campo- sitios de restauración” busca describir características en común de grupos de bordos y estas agrupaciones son llamadas sitios de restauración, el Formato de campo-georeferencia de bordos, tiene el objetivo de ubicar espacialmente a los bordos, se capturaron tres puntos por bordo (dos aristas y punto más alto del bordo de tierra.). finalmente, el Formato de campo- captura de especies presentes por bordo permitió identificar a la vegetación presente, las especies se fueron agregando al listado según se fueran identificando durante el recorrido. (Formatos en anexo 7.2): 47 bordos no estaban colocados de acuerdo a la pendiente, 16 estaban rotos por signos de erosión hídrica, 5 por caminos de vaca y 8 más sin que se especifique la razón de la fractura (29 rotos en total).

En este recorrido, los ejidatarios identificaron 49 especies de plantas presentes en los bordos (ver anexo 5. 3), se muestra la ponderación o valor que se asignó a cada especie y también se describe el uso que la población local le suele dar. Posteriormente se complementó lo recolectado en campo con información adicional sobre las especies consultando la literatura. (Nota: en la lista del anexo 7.3 se incluyeron las especies el huevo de venado (*Peniocereus greggii*) y el chicalote (*Argemone mexicana L.*), que no se observaron en las visitas de campo, pero son muy valoradas por los pobladores).

Descripción de la fórmula para asignar índice de éxito de los bordos percibido por los ejidatarios:

El índice propuesto busca asignar a cada bordo un valor en función de la importancia que tienen las especies vegetales presentes (diciembre 2017 y marzo 2018) , desde la perspectiva ganadera y otros usos de ellas.

La fórmula de cálculo está dada por:

- a) la prioridad con la que el ganado consume las plantas, según observaciones de los ganaderos, a cada especie se le asigna un valor entre 1 y 4, 4 para las especies prioritarias y 1 para las especies menos palatables pero sirven de forraje, sobre todo en temporada de estiaje. El valor que se coloca en la fórmula está en función del porcentaje de las plantas menos palatables presentes en el bordo. Especies que dominan una abundancia con más de un 85% se asigna un valor de 1, si su abundancia se encuentra entre un 60-85% un valor de 2, entre 45-60% un valor de 3 y menos de un 30% un valor de 4.
- b) Se considera importante distinguir entre las formas de vida de cada especie; a las especies perenne se asigna el valor 1, a las anuales el valor 2, debido a la preferencia del ganado por las anuales. El valor para el cálculo del índice está dado por el porcentaje de la presencia de especies perennes vs anuales; se asigna el valor 3, cuando las anuales son más abundantes, 2 cuando su abundancia está por debajo del 67% y 1 cuando las perennes dominan.
- c) La cobertura vegetal dentro de los bordos, hasta ahora se tiene clasificado en base a las observaciones en campo como Alta (3) cuando el bordo tiene una vegetación abundante y cerrada, en ocasiones similar a los mogotes naturales, Media (2) cuando la vegetación dentro de los bordos es significativamente más abundante que en los interespacios que rodean al bordo, y Baja (1) cuando no hay una diferencia entre la cobertura de los interespacios y del interior de los bordos.
- d) Si existe vegetación muerta atribuible al secuestro del flujo de agua se asigna un valor -1.
- e) Otros usos, esta variable es de carácter sumatorio al valor ya calculado, está dado por la suma de los usos deferentes de forraje de cada especie, dividida entre el número de especies del bordo.

$$\text{Índice de éxito socio ecológico} = ((a+b)*c) - d + e$$

Los datos compilados en campo muestran una gran variabilidad en el número de bordos construidos por año. La herramienta más usada ha sido la pala, seguida del tractor y la escrepa (Ver Figura 9). Es importante resaltar que las áreas de exclusión donde hay obras de restauración fueron delimitadas por los ganaderos con base a cuestiones de manejo del hatu, la zona de exclusión más grande es del año 2002, y una más reciente del 2012 (nótese que en esta área había bordos del 2009 y después se excluyó por manejo de ganado).

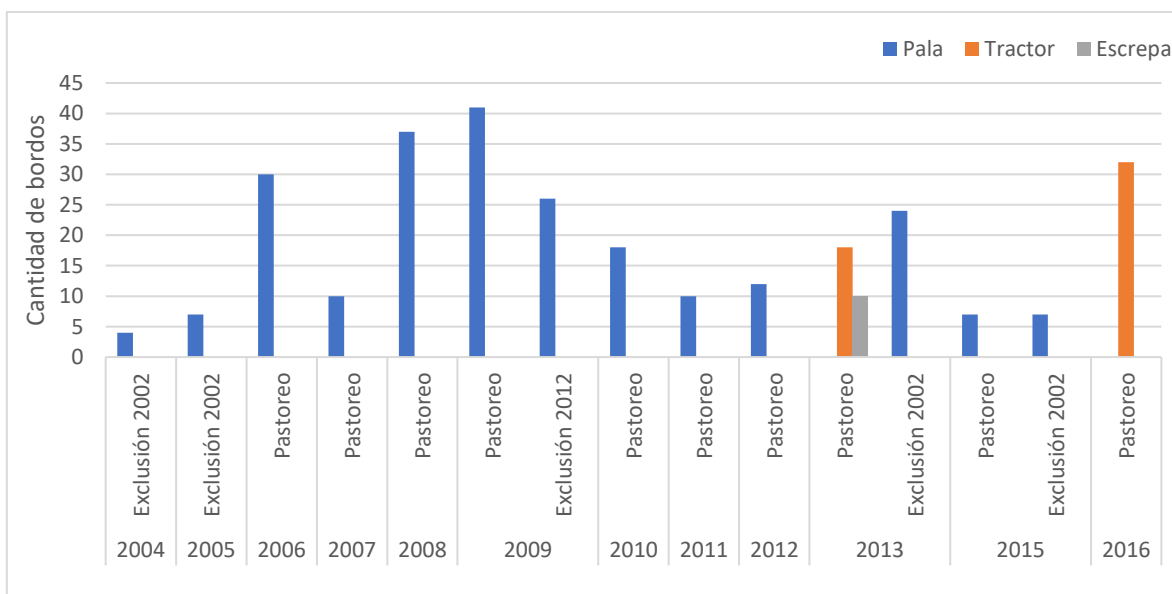


Figura 9 Numero de bordos instalados en el ejido La Soledad durante 12 años (2004-2016) con diferentes herramientas.

Cuadro 6 Características de grupos de bordos candidatos para un analisis comparativo de su condición biofísico y socio-económico

| Pregunta | Factor a evaluar | Características comunes de los bordos                       | Diferencias entre los bordos         |
|----------|------------------|---|--------------------------------------|
| P1       | Manejo           | Construidos con pala en 2009, con siembra de pastos nativos | Grupo de bordos fue excluido en 2012 |

|    |             |   |   |
|----|-------------|---|---|
| P2 | Herramienta | Construidos en 2013, expuestos a pastoreo               | Un grupo de bordo fue construido con escropa y otro con tractor |
| P3 | Años        | Construidos con pala, sometidos a pastoreo, sin sembrar | Construidos en 2006, 2008, 2009, y 2010                         |
| P4 | Años        | Construidos con pala, en exclusión, sin sembrar         | construidos en 2004, 2005, 2003, y 2015                         |

### 3.2 Características biofísicas de los bordos

Por la heterogeneidad en el establecimiento de los bordos de restauración se plantearon cuatro preguntas específicas relacionadas a las herramientas de instalación, efecto de tiempo y ganado, que permiten profundizar sobre el éxito integral de estas obras considerando aspectos biofísicos y socioeconómicos.

#### 3.2.1 Pregunta 1 ¿Cuál es el efecto de la exclusión de ganado sobre el éxito de los bordos?

##### Conductividad

Conductividad eléctrica,  $CE_{(1:16)}$ :

Considerando la conductividad eléctrica, no se detectó una zonación marcada de salinidad dentro de las obras en sitios sin y con pastoreo ( $P=0.493$ ,  $F=0.944$ ,  $gl=8$ ; Figura 10). En general, el pastoreo no influyó en la conductividad eléctrica ( $P=0.384$ ,  $F=0.775$ ,  $gl=1$ ).

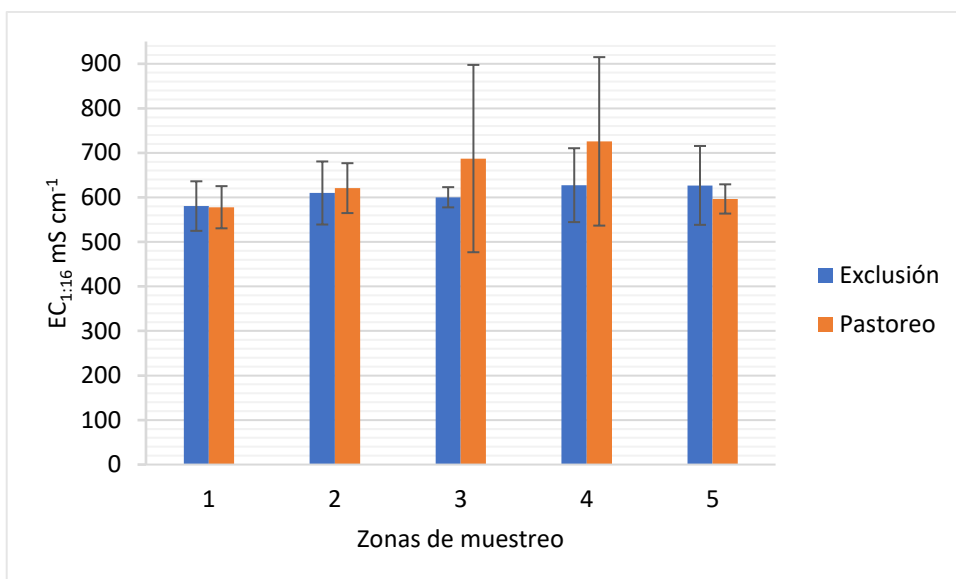


Figura 10 Medias de conductividad eléctrica diluida ( $EC_{1:16}$ ) ( $mS\ cm^{-1}$ ), agrupadas por zona anidado en manejo,  $P=0.493$ .

#### Conductividad eléctrica de pasta de saturación ( $EC_p$ ):

La conductividad eléctrica por extracto de saturación fue significativamente más alta en la zona 4 que en la zona 2, sin embargo, esto sólo se observó en sitios con pastoreo ( $P=0.0168$ ,  $F=5.338$ ,  $gl=2$ ; Cuadro 7), considerando todas las zonas el pastoreo no influyó en la conductividad en comparación a la exclusión ( $P=0.822$ ,  $F=0.052$ ,  $gl=2$ ).

Cuadro 7 Media ( $\pm 1$  error estándar) de conductividad eléctrica de pasta de saturación ( $EC_p$ ) en las zonas 2 y 4 de las obras de restauración en sitios sin y con pastoreo. (Zona anidada en Manejo  $P=0.0168$ ).

| Manejo           | Promedio de $EC_p$ ( $mS\ cm^{-1}$ ) |                       |
|------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                  | Zona 2                               | Zona 4                |
| <b>Exclusión</b> | 485.2 $\pm$ 112.36 ab                | 449.8 $\pm$ 115.09 ab |
| <b>Pastoreo</b>  | 352.8 $\pm$ 47.21 b                  | 575.0 $\pm$ 161.34 a  |

#### Nutrientes

La concentración de nitrógeno total no fue distinta en las 5 zonas del bordo independientemente del efecto de pastoreo ( $P=0.982$ ,  $F=0.233$ ,  $gl=8$ ; Figura 11).

Tampoco hay diferencia significativa entre los tratamientos de pastoreo ( $P=0.120$ ,  $F=2.522$ ,  $gl=1$ ).

La concentración de carbono orgánico fue similar en todas las zonas de las obras de restauración y el pastoreo no influyó en la acumulación de carbono en el suelo ( $P=0.409$ ,  $F=1.061$ ,  $gl=8$ ; Figura 11), tampoco hubo una diferencia significativa entre el pastoreo y la exclusión ( $P=0.618$ ,  $F=0.253$ ,  $gl=1$ ).

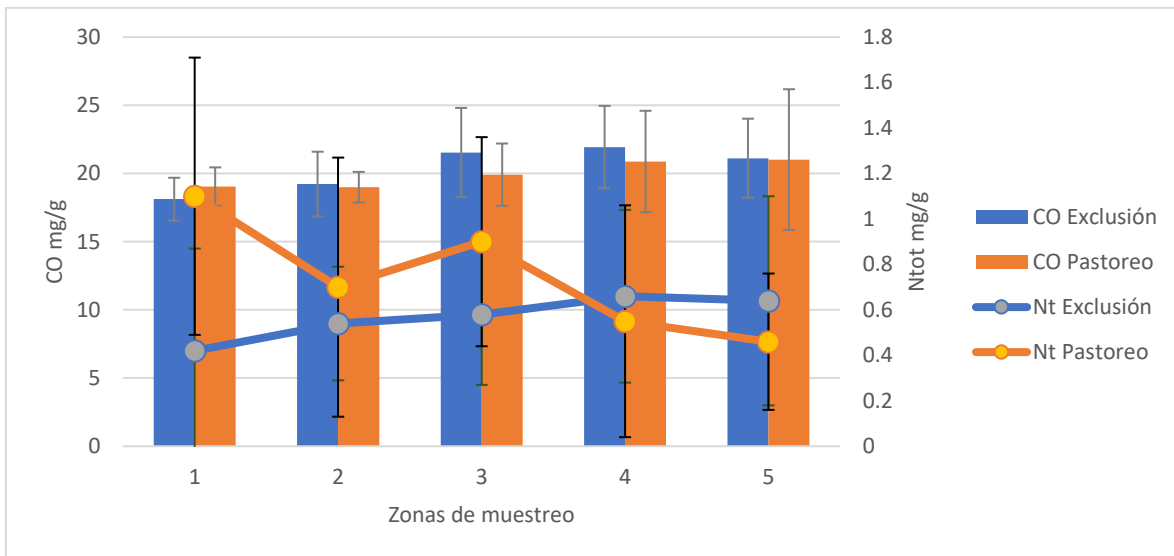


Figura 11 : Medias de concentración de nitrógeno total (mg/g) ( $Nt \pm 0.52$  error estándar), y carbono orgánico (CO  $\pm 0.42$  error estándar), en zonas de muestreo en presencia y exclusión de ganado. Zona anidado en manejo (Nt:  $P=0.982$ ; CO:  $P=0.409$ )

### Densidad Aparente

La densidad aparente en la zona 3 resultó más alta bajo pastoreo que en la exclusión, en las otras zonas el pastoreo no influyó en la compactación del suelo (interacción  $P=0.065$ ,  $F=2.554$ ,  $gl=4$ ; Figura 12). La densidad aparente fue mayor en las obras con pastoreo que sin pastoreo ( $P=0.000342$ ,  $F=17.399$ ,  $gl=1$ ).

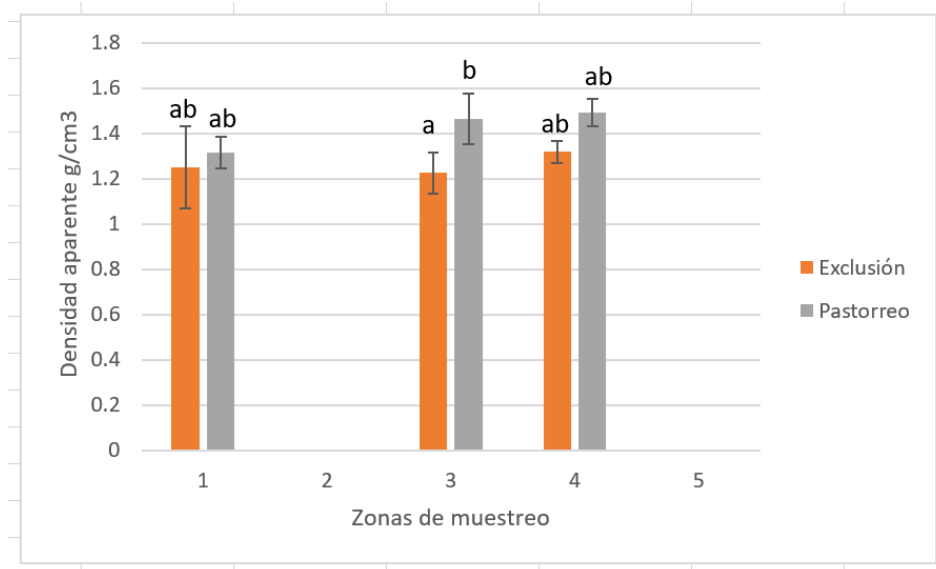


Figura 12 Medias ( $\pm 0.03$  error estándar) de densidad aparente ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) por zonas de muestreo en presencia o exclusión de ganado. La densidad aparente es mayor en la zona 3 bajo pastoreo ( $P=0.000342$ ). Letras distintas entre barras indican diferencias significativas con pruebas de Tukey y con niveles del  $P < 0.05$ .

**Textura.** La textura del suelo (cuadro 8) en la exclusión y en el área pastoreado es franco arcillo arenosa. Sin embargo, en el área de exclusión las fracciones de arena y de limo fueron mayores,  $P = 0.000315$  y  $P=0.00153$ , respectivamente, que en el área pastoreado, el porcentaje de arcilla no difirió ( $P=0.234$ ).

Cuadro 8: Fracciones texturales de suelo (%) en la presencia y exclusión de ganado, hay similitud en el contenido de arcillas ( $P=0.234$ ) y mayor contenido de arenas ( $P=0.000315$ ) y limo ( $P=0.00153$ ) en la zona de exclusión.

| Manejo           | Fracciones texturales                |                                     |  |
|------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
|                  | % Arena ( $\pm 3.55$ error estándar) | % Limo ( $\pm 3.73$ error estándar) | % Arcilla ( $\pm 2.49$ error estándar) |
| <b>Exclusión</b> | $67 \pm 4.74$ a                      | $46.2 \pm 8.9$ a                    | $29.8 \pm 5.93$ NS                     |
| <b>Pastoreo</b>  | $49.4 \pm 8.17$ b                    | $27 \pm 2.0$ b                      | $23.6 \pm 8.99$ NS                     |

**Índice de éxito:** No existe diferencia en la media del valor del índice ( $\pm 1$  error estándar) considerando las obras de restauración bajo pastoreo ( $7.15 \pm 4.09$ ), y en la exclusión ( $10 \pm 0.77$ ) ( $P=0.163$ ).

**Riqueza de especies vegetales:** La media de especies vegetales ( $\pm 1$  error estándar, 0.92) encontradas por bordo fue mayor en la zona de exclusión con  $8 \pm 2.9$  especies, mientras que en la presencia de ganado se encontraron  $4.2 \pm 1.3$  especies ( $P=0.028$ ).

### 3.2.2 Pregunta 2 ¿Cuál es el efecto de la herramienta de construcción del bordo en el éxito de la obra en zonas pastoreadas?

#### Conductividad

Conductividad eléctrica,  $EC_{(1:16)}$ :

No se muestran diferencias significativas de la conductividad eléctrica diluida entre las zonas considerando los dos tipos de herramientas ( $P=0.427$ ,  $F=1.035$ ,  $gl=8$ ) y tampoco hubo diferencias en la conductividad eléctrica entre los bordos hechos con escrepa y con tractor ( $P=0.716$ ,  $F=0.135$ ,  $gl=1$ ).

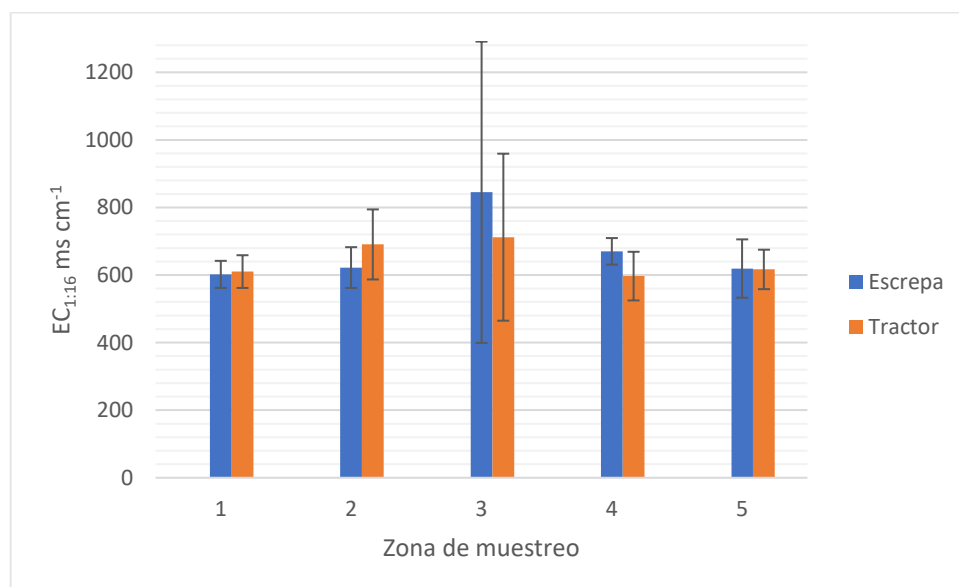


Figura 13 : Medias ( $\pm 122.71$  error estándar) de conductividad eléctrica ( $EC_{1:16}$ ) ( $mS\ cm^{-1}$ ) agrupadas por zona anidado en manejo,  $P=0.427$ .



Conductividad de pasta de saturación  $EC_{(P)}$ :

No hay una interacción de la  $EC_p$  de las Zonas de los bordos y las herramientas usadas ( $P=0.209$ ,  $F=1.727$ ,  $gl=2$ ; Cuadro 9), tampoco hay diferencia significativa entre las dos herramientas para construir los bordos ( $P=0.214$ ,  $F=1.676$ ,  $gl=2$ ).

Cuadro 9: Medias de conductividad eléctrica de pasta de saturación ( $EC_p$ ) ( $\pm 47.07$  error estándar) ( $mS\ cm^{-1}$ ) en las zonas 2 y 4 de las obras de restauración en sitios sin y con pastoreo (Zona anidada en Manejo;  $P=0.209$ )

| Herramienta | Promedio de $EC_p$ ( $mS\ cm^{-1}$ ) |                   |
|-------------|--------------------------------------|-------------------|
|             | Zona 2                               | Zona 4            |
| Escrepa     | 595.3 $\pm$ 358.06                   | 411.9 $\pm$ 71.55 |
| Tractor     | 467.3 $\pm$ 188.28                   | 349.3 $\pm$ 24.76 |

### Nutrientes

No hubo interacción significativa en la concentración de nitrógeno total de las zonas anidadas en la herramienta de construcción usada ( $P=0.456$ ,  $F=0.996$ ,  $gl=8$ ; Figura 14), pero si se observó que la concentración de nitrógeno total era menor en los bordos construidos con tractor ( $P=0.00977$ ,  $F=7.47$ ,  $gl=1$ ; Figura 14).

La concentración de carbono orgánico de las zonas no era diferente sin importar si fueron hechos con tractor o escrepa ( $P=0.1166$ ,  $F=1.750$ ,  $gl=8$ ; Figura 14), pero el carbono orgánico en los bordos construidos con tractor era más alto que el de los bordos construidos con escrepa ( $P=0.0106$ ,  $F=7.196$ ,  $gl=1$ ; Figura 14).

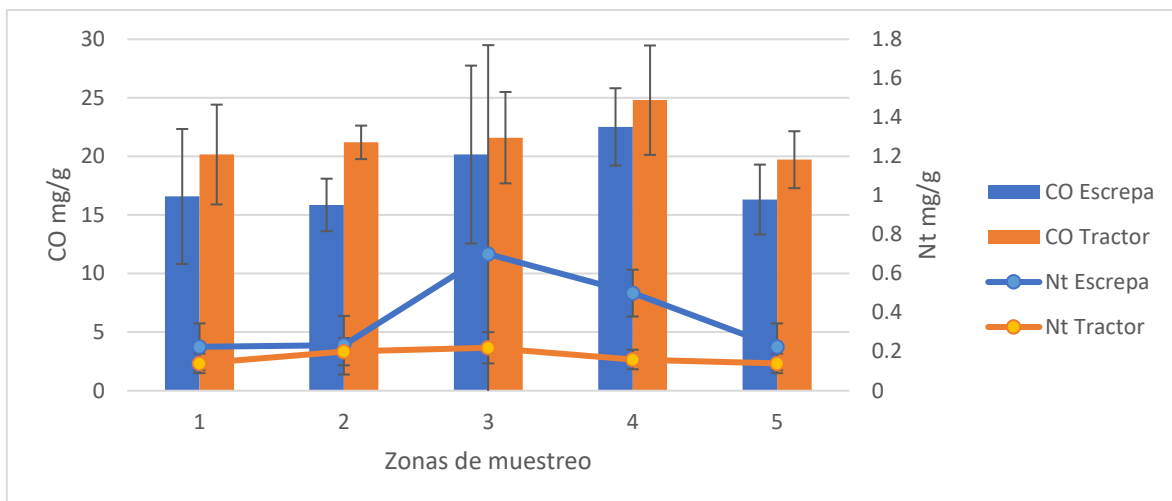


Figura 14 Medias de concentración de nitrógeno total (Nt  $\pm$  0.05 error estándar) (mg/g) y carbono orgánico (CO  $\pm$ 0.67 error estándar), agrupadas por zonas de muestreo y herramienta, ni el nitrógeno ( $P=0.456$ ) ni el carbono ( $P=0.1166$ ) muestran interacción significativa, sin embargo el nitrógeno era más alto en los bordos hechos con escrepa ( $P=0.00977$ ) y el carbono más alto en los realizados con tractor ( $P=0.0106$ ).

### Densidad aparente

No se observó una interacción significativa de la densidad aparente considerando zona de muestreo anidado a herramienta de construcción usada ( $P=0.2147$ ,  $F=1.569$ ,  $gl= 4$ ; Figura 15) y parece ser que no hubo influencia de la herramienta de construcción en la densidad aparente ( $P=0.0712$ ,  $F=3.565$ ,  $gl=1$ ; Figura 15).

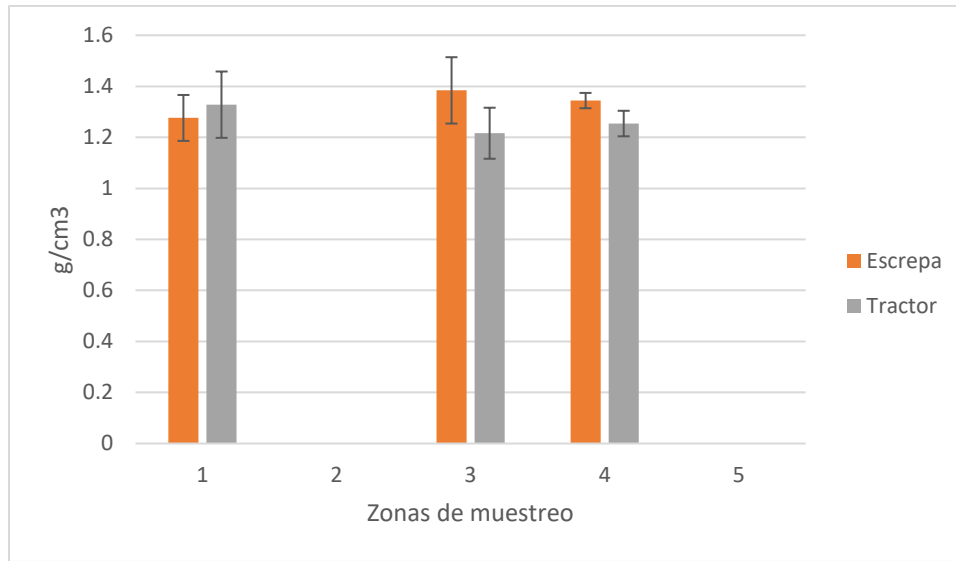


Figura 15 Medias de densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>) ( $\pm 0.02$  error estándar) por zonas de muestreo y la herramienta usada en la construcción de los bordos, no hubo interacción significativa ( $P=0.2147$ ).

**Textura.** La textura en ambos sitios era franco arcilloso, y la herramienta de construcción no tuvo influencia en la fracción de arena ( $P=0.626$ ), limo ( $P=0.908$ ) y arcilla ( $P=0.347$ ).

Cuadro 10: Fracciones texturales de suelo de los bordos construidos con diferentes herramientas, no hay diferencias en % de arena ( $P=0.626$ ), tampoco en % de limos ( $P=0.908$ ) ni en % de arcillas ( $P=0.347$ ).

| Manejo         | Fracciones texturales                |                                     |                                       |
|----------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
|                | % Arena ( $\pm 2.27$ error estándar) | % Limo ( $\pm 1.58$ error estándar) | % Arcilla ( $\pm 1.0$ error estándar) |
| <b>Escrepa</b> | 46.2 $\pm$ 8.9                       | 29.8 $\pm$ 5.9                      | 24 $\pm$ 3.16                         |
| <b>Tractor</b> | 43.8 $\pm$ 5.7                       | 30.2 $\pm$ 4.6                      | 26 $\pm$ 3.16                         |

**Índice de éxito.** El promedio ( $\pm 0.99$  error estándar) obtenido en el índice por los bordos hechos con tractor es mayor (9.06 $\pm$  2.17) que el obtenido por bordos hechos con escrepa (3.92 $\pm$ 0.87) ( $P=0.01199$ ).

**Riqueza de especies vegetales:** La media de riqueza ( $\pm 1.01$  error estándar) encontrada en los bordos es mayor en los bordos construidos por escropa ( $7.6 \pm 1.8$ ) que en los hechos con tractor ( $3 \pm 2.54$ ) ( $P=0.0111$ ).

### 3.2.3 Pregunta 3 ¿Cuál es el efecto de pastoreo en el éxito de la obra a largo plazo?

#### Conductividad

Conductividad eléctrica,  $EC_{(1:16)}$ :

La conductividad eléctrica no difirió en las zonas de muestreo considerando las obras construidas en distintos años ( $P=0.4498$ ,  $F=1.016$ ,  $gl=16$ ; Figura 16). la  $EC_{(1:16)}$  tiende a ser más alta en los años de construcción 2006 y 2010 que en 2008 y 2009 de bordos en pastoreo ( $P=0.0322$ ,  $F=3.078$ ,  $gl=3$ ),.

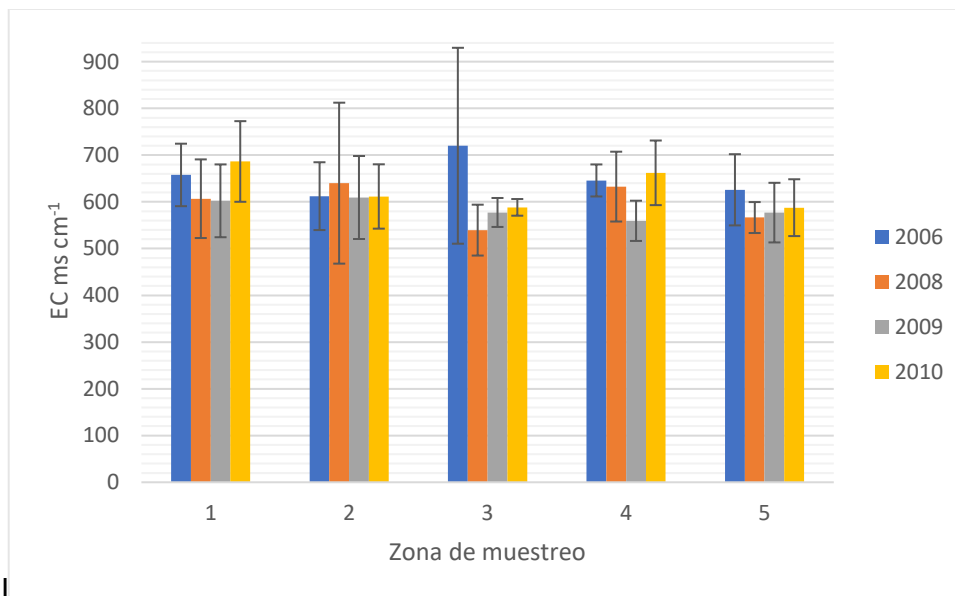


Figura 16: Medias de conductividad eléctrica ( $\pm 8.9$  error estándar) ( $EC_{(1:16)}$ ) ( $mS\ cm^{-1}$ ) agrupadas por zona de muestreo y por año de construcción; interacción las zonas anidadas en años de construcción ( $P=0.4498$ ), pero si hay diferencias entre la CE de algunos años ( $P=0.0322$ )

#### Conductividad eléctrica de pasta de saturación ( $EC_p$ )

La conductividad por extracto de saturación (ECp) ( $\text{mS cm}^{-1}$ ) no difirió entre las dos zonas de muestro considerando los años de construcción de los bordos ( $P=0.1587$ ,  $F=1.77$ ,  $gl=4$ ; Figura 17), y la ECp fue menor en el año 2009 respecto a los años 2006, 2008, y 2010 ( $P=0.0141$ ,  $F=4.138$ ,  $gl=3$ ; Figura 17).

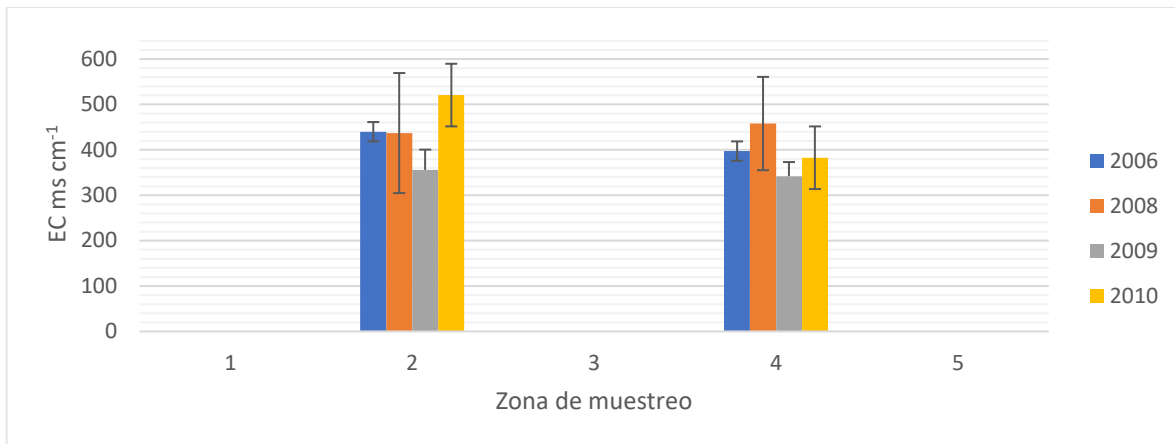


Figura 17: Medias ( $\pm 14.27$  error estándar) de Conductividad eléctrica de pasta de saturación (CEp) ( $\text{mS cm}^{-1}$ ) en las zonas 2 y 4, agrupadas según el año de construcción, no se observó una interacción significativa de zona anidada en años de construcción ( $P=0.1587$ ), pero si hubo diferencias significativa en el año de construcción ( $P=0.0141$ ).

## Nutrientes

No hubo efecto en la concentración del nitrógeno total en las zonas de muestreo entre los años de construcción ( $P=0.995518$ ,  $F=0.297$ ,  $gl=3$ ; Figura 18), pero si hubo diferencia en la concentración del Nt en los años de construcción ( $P=0.00238$ ,  $F=7.359$ ,  $gl= 16$ ; Figura 18); el Nt no difirió entre los bordos del 2006 y 2009, donde eran menores en comparación de los años 2008 y 2010.

La concentración del CO no se vio afectada en las distintas zonas y año de construcción de los bordos ( $P=0.831$ ,  $F=0.652$ ,  $gl =16$ ; Figura 18), pero los años si influyeron en la concentración de CO ( $P=1.63e-.05$ ,  $F=9.663$ ,  $gl=3$ ; Figura 18), las concentraciones en las obras de los años 2008 y 2009 tuvieron una concentración de CO mayor que en las obras de 2006 y 2010.

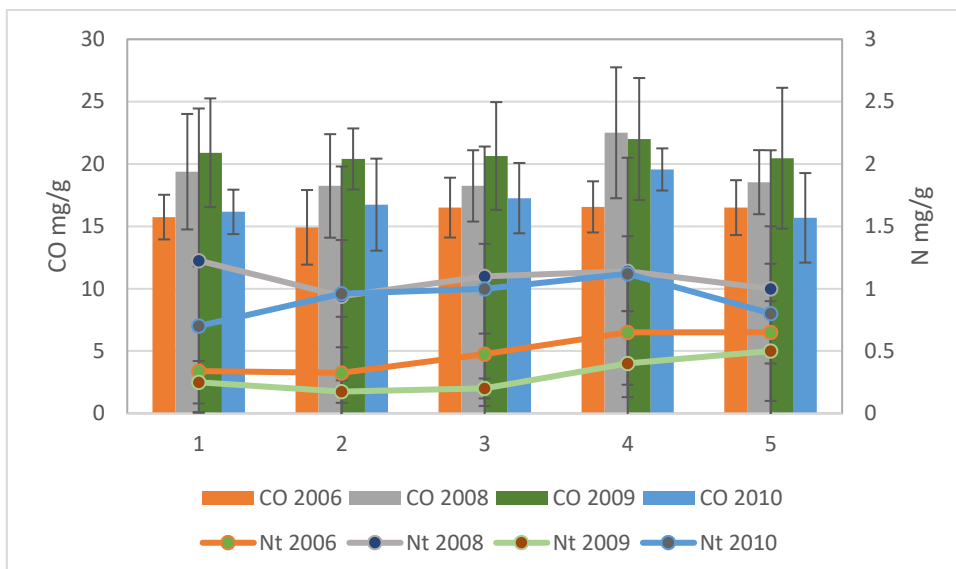


Figura 18: Medias ( $Nt \pm 0.07$  error estándar) de la concentración de nitrógeno total (Nt) (mg/g) y carbono orgánico (CO) (mg/g) ( $\pm 0.39$  error estándar), agrupadas por zonas de muestreo, según su año de construcción, no hubo interacción significativa para Nt ( $P=0.995518$ ) ni para CO ( $P=0.831$ ), pero si hubo diferencias significativas entre los años para las concentraciones de Nt ( $P=0.00238$ ) y de CO ( $P<0.00001$ ).

**Textura:** La textura de todos los bordos sujetos a pastoreo es arcillosa, no hay diferencias en el porcentaje de arena ( $P=0.272$ ), limo ( $P=0.13$ ), y arcilla ( $P=0.567$ ).

Cuadro 11 Fracciones texturales de suelo de 4 sitios de bordos construidos en distintos años sujetos a pastoreo los cuales no influyeron en las fracciones texturales del suelo (arena  $P=0.272$ , limo  $P=0.13$ , y arcilla  $P=0.567$ ).

| Año de instalación | Fracciones texturales                |                                     |  |
|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
|                    | % Arena ( $\pm 1.72$ error estándar) | % Limo ( $\pm 1.36$ error estándar) | % Arcilla ( $\pm 0.84$ error estándar) |
| <b>2006</b>        | 41.4 $\pm$ 9.20                      | 35.4 $\pm$ 4.77                     | 23.2 $\pm$ 6.07                        |
| <b>2008</b>        | 49.8 $\pm$ 8.56                      | 28.2 $\pm$ 7.56                     | 22.0 $\pm$ 2.00                        |
| <b>2009</b>        | 47.8 $\pm$ 6.10                      | 27.4 $\pm$ 2.97                     | 24.8 $\pm$ 3.90                        |
| <b>2010</b>        | 49.8 $\pm$ 5.21                      | 28.6 $\pm$ 6.07                     | 21.6 $\pm$ 1.67                        |

**Índice de éxito:** No hubo diferencias significativas en la media ( $\pm 0.69$  error estándar) del índice de éxito de las obras entre los años sujetos a pastoreo ( $P=0.09$ ) [2006 (10.812  $\pm$  3.29), 2008 (6.17  $\pm$  3.66), 2009 (9.620  $\pm$  1.20), 2010 (8.566  $\pm$  2.11)].

**Riqueza de especies vegetales:** Hubo diferencia significativa en la media de las especies encontradas en los bordos, en todos los años la riqueza era distinta ( $P < 0.00001$ ), [2006 ( $7.6 \pm 1.8$ ), 2008 ( $5.4 \pm 0.55$ ), 2009 ( $10.0 \pm 1.0$ ), 2010 ( $2 \pm 0.7$ )].

### 3.2.4 Pregunta 4 - ¿Cuál es el efecto de la exclusión en el éxito de la obra a largo plazo?

#### Conductividad

Conductividad eléctrica,  $CE_{(1:16)}$ :

En la exclusión, la  $CE_{(1:16)}$  ( $mS\ cm^{-1}$ ) no es sensible a la zona de muestreo dentro de los años ( $P=0.4375, F=1.029, gl=16$ , Figura 19), pero si existen diferencias entre la  $CE_{(1:16)}$ : de cada año ( $P=0.0172, F=3.608, gl=3$ ; Figura 19).

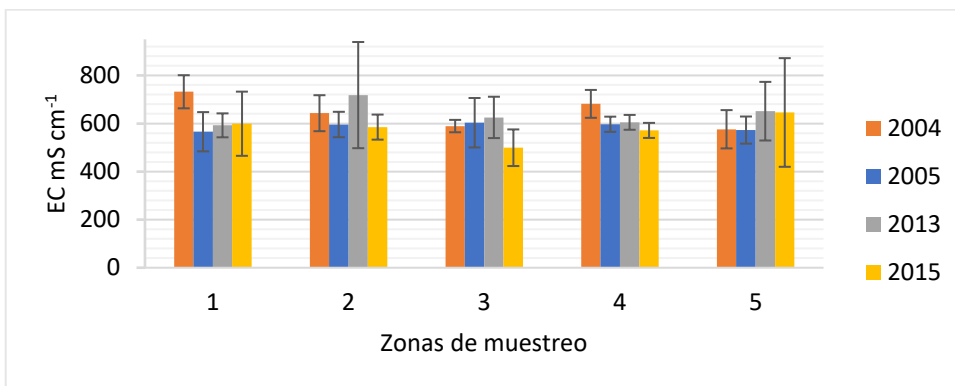


Figura 19: Medias de conductividad eléctrica ( $EC_{1:16}$ ) ( $mS\ cm^{-1}$ ) agrupadas por zona de muestreo y por año de construcción en sitios excluidos de pastoreo. No hubo interacción las zonas anidadas en años de construcción ( $P=0.4375$ ), pero sí en el año de construcción ( $P=0.0172$ .)

Conductividad de pasta de saturación  $CE_{(P)}$

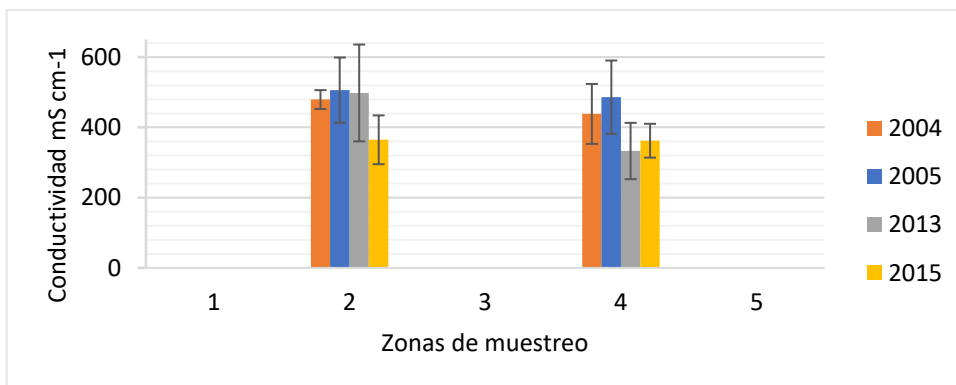


Figura 20 Medias de conductividad eléctrica de pasta de saturación (ECp) ( $\pm 16.9$  error estándar) ( $\text{mS cm}^{-1}$ ) en las zonas 2 y 4 en obras construidos en una exclusión, agrupadas según el año de construcción ( $P=0.770$ ), se detectó diferencias atribuidas al año de construcción ( $P=0.0141$ )

La conductividad por extracto de saturación (ECp) no era distinta entre zonas comparando años de construcción ( $P=0.770$ ,  $F=2.347$ ,  $gl=4$ ; Figura 21), sin embargo, la concentración sí varía según el año de construcción [2004( $458.75 \pm 62.48$ ) a, 2005( $470.67 \pm 109.09$ ) a, 2013( $415.35 \pm 137.41$ ) ab, 2015( $388.67 \pm 78.13$ ) b] del 2015 fue el año más bajo y el 2004 el más alto ( $P=0.0141$ ,  $F=4.160$ ,  $gl=3$ , Figura 20)

### Nutrientes

El nitrógeno total no difería entre las zonas de muestreo considerando 4 años de instalación de los bordos ( $P=0.987$ ,  $F=0.363$ ,  $gl=16$ ; Figura 21), pero si hubo una diferencia entre los años de construcción con mayor presencia de Nt en 2005 y menor en 2004 ( $P<0.00001$ ,  $F=16.265$ ,  $gl=3$ ) [2004( $0.3 \pm 0.3$ ) c, 2005 ( $1.2 \pm .54$ ) a, 2013( $0.8 \pm 0.6$ ) b, 2015 ( $1.08 \pm 0.6$ )b].

La concentración de carbono orgánico en las zonas de muestreo es indiferente al año de construcción ( $P=0.2978$ ,  $F=1.188$ ,  $gl=16$ ; Figura 21). El CO varía según los años en que se instalaron los bordos el año más bajo fue el 2013 y el más alto [2004( $16.6 \pm 2.15$ ) ab, 2005 ( $16.59 \pm 4.67$ ) ab, 2013 ( $14.82 \pm 3.12$ ) b, 2015 ( $18.54 \pm 5.78$ ) a] ( $P=0.023$ ,  $F=3.392$ ,  $gl=3$ ; Figura 21).



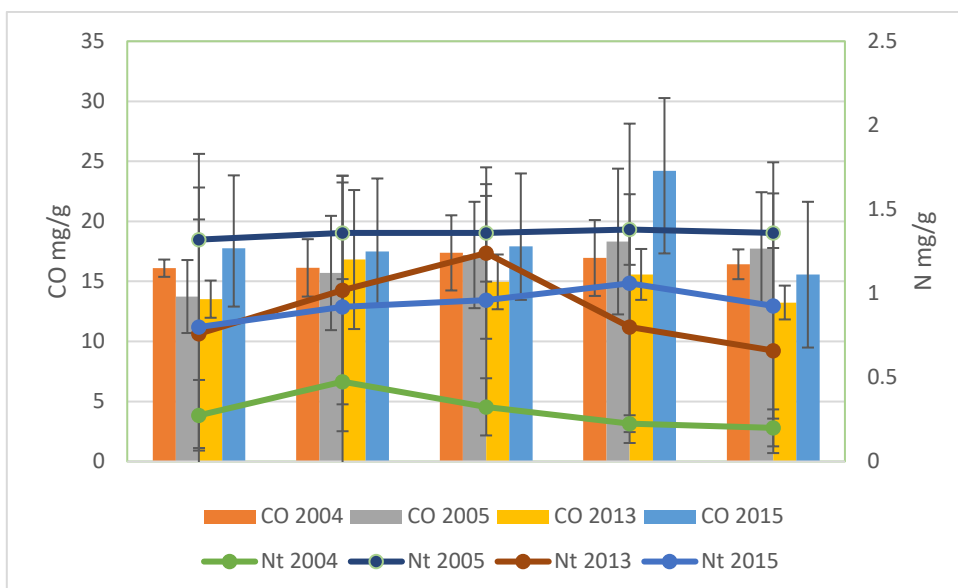


Figura 21 Medias de la concentración en de Nitrógeno total (Nt) (mg/g) y carbono orgánico (CO) (mg/g), agrupadas por zonas de muestreo, según su año de construcción en exclusión, no hubo interacción significativa para Nt ( $P=0.987$ ) ni para CO ( $P=0.2978$ ), pero si hubo diferencias de las concentraciones entre los años ( $P < 0.00001$  Nt y  $P=0.023$  para CO)

**Textura** La textura de los sitios de los bordos en la exclusión es franco-limoso para los sitios 2005, 2009 y 2010 el año 2004 es arcilloso

Las fracciones de arena ( $P=0.0859$ ) y limo ( $P=0.173$ ) no fueron significativamente diferente entre los años de construcción, pero para arcilla el porcentaje era menor en los años de 2005 y 2013 que en comparación al 2004 y 2015 ( $P=0.0503$ ).

Cuadro 12 Fracciones texturales de suelo de 4 sitios de bordos construidos en distintos años en una exclusión los cuales no influyeron en las fracciones texturales del suelo (arena  $P=0.0859$ , limo  $P=0.173$ , y arcilla  $P=0.0503$ ).

| Año de instalación | Fracciones texturales                |                                     |  |
|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
|                    | % Arena ( $\pm 2.54$ error estándar) | % Limo ( $\pm 1.51$ error estándar) | % Arcilla ( $\pm 1.23$ error estándar) |
| <b>2004</b>        | 40.5 $\pm$ 4.12 NS                   | 36.0 $\pm$ 4.16 NS                  | 23.5 $\pm$ 1.00 a                      |
| <b>2005</b>        | 57.8 $\pm$ 13.68 NS                  | 26.2 $\pm$ 8.07 NS                  | 16.0 $\pm$ 5.65 b                      |
| <b>2013</b>        | 53.4 $\pm$ 2.61 NS                   | 30.2 $\pm$ 2.28 NS                  | 16.4 $\pm$ 3.84 b                      |
| <b>2015</b>        | 47.0 $\pm$ 12.41 NS                  | 31.0 $\pm$ 7.62 NS                  | 22.0 $\pm$ 5.48 a                      |

**Índice de éxito:** Hubo diferencia en el índice de éxito de los bordos según su año de construcción ( $P=0.0382$ ), para los bordos de 2004 con un índice de  $11.25 \pm 1.65$  (a), de 2006 con  $6.56 \pm 3.11$  (b), de 2013 con  $9.6 \pm 3.8$  (ab), y de 2015 con  $5.82 \pm 2.2$  (b).

**Riqueza de especies vegetales:** Hubo diferencias en la media de riqueza de especies vegetales encontradas en los bordos de los diferentes años ( $P=0.038$ ), en bordos de 2004 con  $6.0 \pm 1.4$  (a), de 2006 con  $5.0 \pm 1.2$  (ab), de 2013 con  $3.2 \pm 1.3$  (b), y de 2015 con  $6.0 \pm 2.0$  (a) especies.

## 4 DISCUSIÓN

La RBM es un sistema socio-ecológico complejo que no se puede entender completamente desde el exterior ni desde una sola perspectiva, es decir disciplina o sector, por ejemplo. Como se planteó en este trabajo, hay que buscar entender el entramado del tejido social, ecológico, político y económico en el que cada elemento está insertado, no de forma fija, sino dinámica e interrelacionada con las demás partes del sistema en diferentes grados y escalas (Reynolds, et al., 2007). La RBM es una Reserva del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO con el objetivo central de mejorar las relaciones entre las personas y el ambiente. Este tipo de Reservas se fundó en 1976 con un diseño integral que permite vincular i) la conservación de la biodiversidad y el desarrollo socio-económico, ii) la producción de conocimiento (científico, local y técnico), iii) la difusión del conocimiento, y iv) la capacitación. Es decir, es un marco transdisciplinario que favorece investigación participativa, intercambio de conocimientos y saberes, la educación y la toma de decisión de manera incluyente. Sin embargo, en realidad la implementación y combinación de estos ejes centrales de una Reserva tipo MAB es un reto (Bouamrae, et al., 2016)

La transdisciplina y los métodos participativos facilitan trabajar a nivel institucional como se pudo demostrar en este estudio. El primer acercamiento del grupo académico con la RBM era una visita con las autoridades de toma de decisión asociados a la CONANP. El primer compromiso que se estableció fue sistematizar la información de proyectos y programas ejecutados en la RBM. Con un modelo de sistematización se pueden abrir vías rápidas para crear estrategias de mejora en la aplicación y seguimiento de las actividades de la CONANP.

El empleo de la investigación participativa permitió abrir camino para nuevas dimensiones en la propuesta de monitoreo de obras de restauración. Anteriormente los pobladores locales únicamente participaban en la elaboración de obras de restauración, a veces opinando sobre su ubicación. En esta investigación se propone un método de evaluación integral de las obras en colaboración con los pobladores locales. Se utilizó la modelación participativa para rescatar valores no

tangibles relacionados a la restauración, creando métricas para este caso de estudio de acuerdo a Chan (2012) y Hiron (2016). En este proceso se pudo constatar que la tradición cultural se ve reflejada en la asignación de un valor (Martin López , et al., 2012), ya que se contó con el apoyo de cuatro personas (tres hombres y una mujer) con un importante historial ganadero. Aunque las especies de plantas que colonizan las obras de restauración contribuyen a la cobertura vegetal, el indicador tomado en cuenta por la CONANP, los pobladores distinguen entre las especies y las valoran no por sus características taxonómicas sino por sus múltiples usos potenciales. Entre las cuatro personas participando en el levantamiento de la valoración de las especies vegetales, todos coincidieron en cuanto a la identificación de las plantas forrajeras importantes. Sin embargo, hubo diferencias marcadas en la asignación de valores a las plantas con usos diferentes al forrajero; por cuestión de género, ya que la mujer fue quien identificó más especies con valor medicinal o culinario. Los resultados sobre el índice de éxito generado y aplicado en este estudio para la evaluación integral de las obras de restauración, indican que se debe tomar en cuenta la multifuncionalidad de las especies vegetales identificada por los habitantes de la RBM.

El modelo propuesto de evaluación de las obras de restauración contribuye a la elaboración de métodos combinados socioeconómicos, institucionales, y biofísicos, necesarios para aportar al marco de LDN (Funtowicz , et al., 1999; O'Connor, et al., 1996; Rosen, 1977; Chasek, et al., 2015), pero queda sujeto a mejoras y complementos como aumentar la profundidad de muestreo para carbono orgánico, realizar análisis de diversidad en toda el área de restauración y comparar con llanos no intervenidos.

La investigación participativa es una herramienta que no solo se alinea con los esfuerzos de involucramiento comunitario en los programas de CONANP, pero también busca lograr los objetivos de la RBM en el contexto del programa MAB de la UNESCO; por ende debe de ser aplicada para vincular y reforzar la modalidad Mexicana de conservación, la cual incluye explícitamente la participación de los pobladores de la reserva (Halffter, 1984). Es necesario unificar el trabajo de las

instituciones gubernamentales, civiles, académicas y sociales en pro de la conservación y el desarrollo local, en donde las actividades realizadas en conjunto queden internalizadas de tal manera que sean actividades autosostenidas ya que surgen de las necesidades locales y pueden incidir en un beneficio de la realidad local, eso reduciría el abandono de prácticas de restauración por falta de incentivos como en otros sitios sucede (Maisharou, et al., 2015).

Por la duración del programa de las obras de restauración desde el año 2004, se pueden observar no únicamente los efectos locales de las obras, sino su efecto potencial en el funcionamiento del paisaje. Las obras de restauración siempre incluyen un mínimo de 4 los cuales, por su ubicación, orientación, cercanía a otras obras y métodos de instalación influyen en los flujos hidrológicos del paisaje y de esta manera contribuyen fundamentalmente en la redistribución horizontal del agua con efectos potencialmente mayores en la estructura y el funcionamiento de la vegetación perenne distribuida en parches o mogotes. Al momento de plantear estrategias para la instalación de un grupo de obras semilunares se debe considerar por un lado i) el conocimiento histórico-local sobre la dinámica del paisaje y también la percepción de los pobladores sobre la funcionalidad del paisaje y los procesos naturales que vinculan la tierra-las plantas-el agua, ya que estos llanos abiertos sin vegetación vascular podrían tener la función primordial de distribuir el agua, los nutrientes, los propagulos y materia orgánica en el resto del paisaje (Stafford Smith, et al., 2009). Alterar las dinámicas de estas planicies puede alterar la distribución de la vegetación más allá de los bordos e inducir un remplazo en la multifuncionalidad del paisaje. Este cambio ha sido identificado por los ganaderos locales, uno de ellos comenta "...donde se ponen bordos los mogotes de abajo se secan...". Piensan que los bordos secuestran la escorrentía. Este ejemplo ilustra como el conocimiento local converge con el conocimiento científico, formando áreas de oportunidad para comprender mejor un sistema socio-ecológico (Fals-Borda & Anisur Rahman, 1991).

Los principales resultados son del presente estudio son:

- 1) Comparando los resultados de las obras instalados en zonas con pastoreo y en exclusiones, resaltan los valores distintos de la densidad aparente del

suelo, un indicador que explica mayor compactación en sitios de pastoreo en comparación a los sitios de exclusión, posiblemente por el pisoteo del ganado y una interacción con inundaciones temporales, la salinización y depósitos de material fina en la superficie del suelo. Aunque no haya diferencias significativas entre el índice de éxito se puede observar una tendencia a valores más altos en el sitio de exclusión, esta vinculación suena lógico ya que el índice refleja la cantidad de forraje disponible, la cual es mayor en la exclusión. Según las condiciones analizadas, la exclusión influirá en el éxito de las obras principalmente porque funciona como “almacén” más que como mejorador de las condiciones del suelo.

- 2) La nula diferencia en la compactación de suelo entre bordos hechos por herramientas diferentes, pero expuestos a las mismas condiciones de pastoreo, contrastan con la idea de que las maquinarias pesadas en la construcción de bordos causan mayor compactación que las manuales. El mayor puntaje en el índice de éxito de los bordos hechos con tractor puede deberse a un mayor nivel de movimiento de suelo superficial y facilitar el establecimiento de especies oportunistas, eso por su lado podría explicar la mayor cantidad de carbono orgánico en estos sitios y la menor cantidad de nitrógeno total debido a un potencial aumento en la mineralización del nitrógeno por la perturbación mecánica del suelo y un aumento posterior en la absorción y por potencial competencia entre las especies de plantas.
- 3) En cuanto a los análisis temporales en las dos condiciones de pastoreo hubo diferencias en CEp CE1:16, Nt, CO e el índice de éxito, pero no presentan una relación incremental en el tiempo, más bien es azarosa por factores que no se pudieron identificar, posiblemente condiciones específicas climáticas de cada año.

Las variables mediadas se pueden agrupar por las cuatro categorías de los servicios ecosistémicos a los que pertenecen como se muestra en el cuadro 13. La conductividad eléctrica, que se puede considerar como indicador de salinidad, es una variable importante en zonas áridas con altas tasas de evaporación que causa la acumulación de diferentes sales que cambian drásticamente la química y física

(costras de sal) de la superficie del suelo. Por su influencia directa en la cobertura y composición de la vegetación, y en la calidad de forraje se debería monitorear esta variable.

Cuadro 13 Resumen de los efectos de pastoreo (Pregunta 1, P1), herramienta de instalación (Pregunta 2, P2), años de operación con (Pregunta 3, P3) y sin (Pregunta 4, P4) presencia de ganado en las características multifuncionales de las obras de bordo agrupados en cuatro categorías de los servicios ecosistémicos

|    | Efecto estudiado:                   | Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento y culturales |                | Servicios ecosistémicos de soporte |                 |                   |            |            |         |
|----|-------------------------------------|---|----------------|------------------------------------|-----------------|-------------------|------------|------------|---------|
|    |                                     | Índice de éxito   | Riqueza        | Ciclo de nutrientes                |                 | Densidad Aparente | Textura    |            |         |
|    |                                     |   |                | Carbono Orgánico                   | Nitrógeno Total |                   | Arena      | Limo       | Arcilla |
| P1 | Zona anidada en pastoreo            | -   | -              | NS                                 | NS              | NS                | -          | -          | -       |
|    | Pastoreo                            | NS  | <Exclusión     | NS                                 | NS              | <Pastoreo         | <Exclusión | <Exclusión | NS      |
| P2 | Zona anidada en herramientas        | -   | -              | NS                                 | NS              | NS                | -          | -          | -       |
|    | Herramienta                         | <Tractor  | <Escrepa       | <Tractor                           | <Escrepa        | NS                | NS         | NS         | NS      |
| P3 | Zona anidada en años (con pastoreo) | -   | -              | NS                                 | NS              | -                 | -          | -          | -       |
|    | Años                                | NS  | Alta variación | Alta variación                     | Alta variación  | -                 | NS         | NS         | NS      |
| P4 | Zona anidada en años (sin pastoreo) | -   | -              | NS                                 | NS              | -                 | -          | -          | -       |
|    | Años                                | Alta variación  | Alta variación | Alta variación                     | Alta variación  | -                 | NS         | NS         | NS      |

En suma, todos los bordos generan un grupo ('bundle') de servicios ecosistémicos (Cuadro 13), sin embargo, es importante su dinámica y los factores que controlan su presencia y condición. En un siguiente paso, sería importante explorar con los pobladores cuales grupos de servicios ecosistémicos les importa restaurar o rehabilitar y asociado a este estudio realizar un análisis de costo y beneficio de este tipo de intervención.

CONANP con los programas de restauración, invierte anualmente grandes sumas de dinero en más obras de restauración, y aunque históricamente ha existido mucha variabilidad/ambigüedad en los criterios de la instalación y construcción de los bordos. De acuerdo a los convenios del Consejo de la RBM, las condiciones para la construcción podrían cambiar en el futuro, tal que las obras de restauración estén siempre excluidas de pastoreo. Sin embargo, se deben plantear cuales son los beneficios que se buscan de estas obras, ya que según lo observado excluir el ganado puede aumentar la riqueza vegetal, pero no la provisión de otros servicios ecosistémicos deseados como su aporte a los ciclos de nutrientes.

Los esfuerzos de siembra también deben de ser cuidadosos, respecto a la salinidad presente en el suelo, ya que se ha registrado que *Hilaria mútica* es un halófito que dispone de una tolerancia a salinidad hasta  $574 \text{ mS cm}^{-1}$  (Janeau & Grünberger O., s.f.), mientras *Sporobolus airoides* soporta hasta  $2930 \text{ mS cm}^{-1}$ . Los ganaderos locales afirman que de forma natural *Sporobolus* no crece en los llanos, pero es más común encontrarla en los arenales. Este tema puede ser un área importante de desarrollo, si se quieren usar este tipo de bordos para promover el desarrollo de pastos, un ganadero afirma también que dentro de los bordos es más probable que crezcan arbustos que pastos, puede estar relacionado a los niveles de salinidad, pero es una cuestión que queda abierta a futuras investigaciones.



## 5 CONCLUSIÓN

La investigación participativa permitió detectar a las actividades de restauración como un tema común del sector académico, ganadero e institucional, siendo actividades influenciadas por los programas políticos y las decisiones de los propietarios locales de la tierra. Se realizaron relaciones de trabajo en las que se pudo llegar a un diálogo de saberes, en donde todas las partes compartieron información valiosa de una manera ética y equitativa.

El modelo de sistematización propuesto no sólo permitió organizar a las actividades realizadas por la CONANP entre los periodos 2002-2016, sino que permitió una categorización de dichas actividades para identificar y crear estrategias para mejorar. Se identificó que los 81.25% de los programas de CONANP son orientados a procesos de intervención y la mayoría falla al implementar actividades de diagnóstico y evaluación, procesos fundamentales para poder mejorar los procesos mismos. Se propone incluir el modelo de sistematización como actividad indispensable en la instalación y operación del observatorio participativo en la RBM que se está diseñando actualmente como observatorio piloto de una red de observatorios participativos en las zonas áridas de México.

La conservación y restauración es uno de los ejes de prioridad en la RBM, cuyos programas relacionados son constantes con beneficiarios directos en todos los ejidos. El índice de éxito co-diseñado con los habitantes del ejido La Soledad, puede ser un puente de comunicación entre CONANP y los habitantes de la RBM para mejorar las condiciones que propician los atributos buscados por la población en la restauración y que permitan que los programas de restauración tengan permanencia y continuidad, también se debe buscar la forma de incrementar los servicios de regulación y de soporte.

## 6 REFERENCIAS

- Hobbs, R. J. y otros, 2006. Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecology and Biogeography*, Volumen 15, pp. 1-7.
- Mantyka-Pringle, C. S. y otros, 2017. Bridging science and traditional knowledge to assess cumulative impacts of stressors on ecosystem health. *Environment International*, Volumen 102, pp. 125-137.
- Austin, D. E., 2004. Partnerships, Not Projects! Improving the Environment Through Collaborative Research and Action. *Human Organization*, pp. 419-430.
- Balaguer, L., Escudero, A., Martín-Duque, J. F. & Mola, I., 2014. The historical reference in restoration ecology: Re-defining a cornerstone concept. *Biological Conservation*, Volumen 176, pp. 12-20.
- Bouamrae, M. y otros, 2016. Stakeholder engagement and biodiversity conservation challenges in social-ecological systems: some insights from biosphere reserves in western Africa and France.. *Ecology and Society*, Issue 21 (4):25.
- Bouvie, V. B., Patrice, S. & Maman L., S. M., 2016. *Restoration of Degraded Lands in West Africa Shalel; Review of experiences in Burkina Fasao And Niger*, s.l.: Reseach Program on Dryland System..
- Bouyoucos, G., 1936. Directions for making mechanical analysis of soil by hydrometer method. *Soil Science*, Volumen 42, pp. 225-230..
- Breimer, R., 1985. *Soil and Landscape Survey of the Mapimí Biosphere Reserve, Durango, México*.. Montevideo, Uruguay: UNESCO.
- Buners, B., 2006. Understanding Planned Change: A Reappraisal. En: J. Gallos, ed. *Organization Development*. San Francisco: s.n., pp. 133-156.
- Ceccon, E., Barrera-Cataño, J. I., Aronson, J. & Martínez-Garza, C., 2015. The socioecological complexity of ecological restoration in Mexico. *Restoration Ecology*, Volumen 23, pp. 331-336.
- Cervantes, R. & Martha , C., 2002. *Plantas de importancia económica en zonas áridas y semi áridas de México*. Mexico D.F.: UNAM, Instituto de Geografía.
- Chan, K. M., Satterfield, T. & Goldstein, J., 2012. Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological Economics*, Volumen 74, pp. 8-18.
- Chapin III, F. . S., 2011. *Principles of Terrestrial Ecology*. s.l.:Springer.
- Chasek, P., Safriel, U., Shikongo, S. & Futran Fuhrman, V., 2015. Operationalizing Zero Net Land Degradation: The next stage in international efforts to combat desertification?. *Journal of Arid Environments*, Volumen 112, pp. 5-13.

Christensen, N., Bartuska, J., Brown, J. & D'Antonio, C., 1996. The report of the Ecological Society of America committee on the scientific basis for ecosystem management.. *Ecological Applications*, Volumen 6, pp. 665-691.

CONANP, 2006. *Programa De Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera de Mapimí*. Tlalpan: CONANP.

Cornet, A., 1988. Principales características climáticas. En: C. Montaña, ed. *n Estudio Integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la reserva de la biosfera de Mapimí*. s.l.:Editorial del Instituto de Ecología, A.C, pp. 45-76.

Cornet, A., Delhoume, J. & Montaña, C., 1988. Dynamics of Striped Vegetation Patterns and Water Balance in the Chihuahuan Desert. En: W. H.J. & WillemsJ.H., edits. *Diversity and Pattern in Plant Communities*. The Hague, Netherlands: Academic Publishing, pp. 221-231..

Critchley, W. & Siegert, K., 1991. *WATER HARVESTING, A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production*. s.l.:FAO.

DOF (1979).

Fals-Borda, O. & Anisur Rahman, M., 1991. Action and Knowledge - Breaking the Monopoly with Participatory Action-Research. *Canadian Journal for the Study of Adult Education*, 5(2), pp. 66-71.

FAO, F. a. A. O. o. t. U. N., 1997. *Manual de Captación de Agua de Lluvia*. s.l.:Sociedad Mexicana del Suelo.

Funtowicz , S., Martinez-Alier , J., Munda, G. & Ravetz, J., 1999. Information tools for environmental policy under conditions of complexity. *European Environmental Agency, Environmental issues series*, Issue 9.

Garduño, M. A., 2000. *Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia*,. Santiago, Chile: FAO.

Gnacadja, L. & Wiese, L., 2016. Land Degradation Neutrality: Will Africa Achieve It? Institutional Solutions to Land Degradation and Restoration in Africa. En: *Climate Change and Multi-Dimensional Sustainabilityin African Agriculture*. s.l.:Springer, pp. 61-96.

Grainer, A., 2015. Is Land Degradation Neutrality feasible in dry areas?. *Journal of Arid Environments*, Issue 112, pp. 14-24.

Gross, M., 2006. Beyond expertise: Ecological science and the making of socially robust restoration strategies, *J Nat Conserv. Journal of Nature Conservation*, Volumen 14, pp. 172-179.

Grünberger, O., Reyes-Gómez, V. M. & Janeau, J.-L., 2004. *Las playas del desierto chihuahuense (parte mexicana): influencia de las sales en ambientes árido y semiárido*. Primera ed. México D.F.: Instituto de Ecología, A.C..

Guzmán Chávez, M. G., 2016. Las áreas naturales protegidas del norte semiárido de México. Problemas de conceptualización y los desafíos de su gestión y manejo.. En: *Historia, medio ambiente y áreas naturales protegidas en el centro-norte de México. Contribuciones para ambientalización de la historiografía mexicana, siglos XVIII-XXI*. San Luis Potosí: El Colegio de San Luis, pp. 205-250.

Halffter, G., 1984. Las reservas de la biosfera: conservación de la naturaleza para el hombre. *Acta Zoologica Mexicana*, Volumen 5, pp. 1-50.

Halffter, G., 1988. El Concepto de Reserva de la Biosfera. En: C. Montaña, ed. *Estudio integrado de los recursos de la vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí*. México D.F.: Instituto de Ecología A.C..

Halffter, G., 1991. Mapimí: provincia biogeográfica chihuahuense. *Ambiente*, pp. 50-51.

Hirons, M., Comberti, C. & Dunford, R., 2016. Valuing Cultural Ecosystem Services. *Annual Review of Environment and Resources*, Volumen 41, pp. 545-574.

Hmideh , K., Mahdieh, . E. & Masood , R., 2016. Semi-Circular Bunds Effect on Restoration of Plant Vegetation and Soil Properties in Koteh Rangeland, Sistan and Baloochestan Province, Iran. *Journal of Rangeland Science*, Volumen 6, pp. 355-366.

Hobbs, R. J., Higgs, E. & Harris, J. A., 2009. Novel ecosystems: implications for conservation and restoration. *Trends in Ecology and Evolution*, Volumen 4, pp. 599-605.

Hussein, L., Oweis, T. & Abbas, J., 2006. *The role of micro-catchment water harvesting techniques in combating desertification in the Syrian steppe*. Marrakech, s.n.

Instituto de Ecología, 1991. Mapimí: provincia biogeográfica chihuahuense. *Ambiente*, pp. 50-51.

Janeau, J. & Grünberger O., s.f. Los estados de superficie de playa y de sebkra su distribución en la reserva de la biosfera.. En: V. J. J. Grünberger O. Reyes-Gomez, ed. *Las Playas de Desierto Chihuahuense, las sales en medio árido y semiárido*.. s.l.:s.n., pp. 63-74.

Kaus, A., 1993. Social Realities of Environmental Ideologies: A Case Study of the Mapimí Biosphere Reserve. *Culture and Agriculture*, pp. 45-46.

Larrivee, B., 2000. Transforming Teaching Practice: Becoming the Critically Reflective Teacher. *Reflective Practice*, 1(3), p. 293:307.

- Li, X.-Y., 2000. Soil and Water Conservation in Arid and Semiarid Areas: The Chinese Experience. *Annals of Arid Zone*, Volumen 39, pp. 1-18.
- Maisharou, A., Chirwa, P., Babslola, F. & Ofoegbu, C., 2015. Sustainable land management practices in the Shalel: review of practices, techniques and technologies for land restoration and strategy for up-scaling. *International Forestry Review*, pp. 1-19.
- Martin López, B. y otros, 2012. Uncovering Ecosystem Service Bundles through Social Preferences. *Plos one*, 7(6).
- Martínez Ojeda, E. & Morello, J., 1977. El medio físico y las unidades fisionómico-florísticas del Bolsón de Mapimí. *Instituto de Ecología, Publicación 3*.
- Martínez-Tagüeña, N., Cedano, K. & Martínez, M., 2017. "*Representación sistemática de proyectos de innovación social*". México: Manuscrito en archivo.
- Montaña, C., 1984. Ecological and Socio-Economic Research in the Mapimí Biosphere Reserve. *Conservation, Science and Society, Natural Resources Research Serie XXI*.
- Morafka, D., 1977. Biogeographical Analysis of the Chihuahuan Desert through its Herpetofauna..
- Morafka, D., 1988. The Ecogeography of the Mexican Bolson Tortoise (*Gopherus flavomarginatus*): Derivation of its Endangered Status and Recommendations for its Conservation. *Annals of Carnegie Museum*, pp. 1-72.
- Munda, G., 2004. Social multi-criteria evaluation: Methodological foundations and operational consequences. *European Journal of Operational Research*, Volumen 158, pp. 662-677.
- Nyhus, P. J. & Adams, M. S., 1995. *Biospheres of The World, Principles and Practice*. s.l.:Departament of Botany and Institute of Environmental Studies University of Wisconsin.
- O'Connor, M., Faucheux, S., Froger, G. & Funtowicz, S., 1996. Emergent complexity and procedural rationality: post-normal science for sustainability. En: C. R., S. O. & M. A. J., edits. *Getting down to earth: practical applications of ecological economics*. Washington D.C: Island Press/ISEE, pp. 223-248..
- Ramirez, H., 2008. *Evaluación participativa de la degradación del suelo, Tesis para obtener el título de Maestro en Ciencias de Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas.*, Bermejillo, Durango.: Universidad Autónoma de Chapingo .
- Reynolds, J. y otros, 2007. Dryland Development Global Desertification: Bulding a Science.. *Science*, Volumen 316, pp. 847-851.

Rhoades, J., 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids,. En: *Methods of soil analysis*. Madison, Wisconsin.: American Society of Agronomy,, p. 417–435..

Ribeiro Dos Anjos, N. D. F., 2010. Source Book of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Latin America and the Caribbean. *International Journal of Water Resources Development*, p. 365.398.

Rockström, J. H. N. O. T. a. W. S., 2006. Chapter 4: Managing water in rain-fed agriculture. En: *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. Colombo.: International Water Management Institute,.

Rosen, R., 1977. Complexity as a System Property. *General Systems* , Volumen 3, pp. 227 -232.

Safriel, U., Z. Adeel, D. N., J. Puigdefabregas & R. White, 2005. Dryland Systems. En: *Ecosystem and Huma Well-Being: Current State and Trends. Millennium Ecosystem Assessment..* Washington: Island Press, pp. 623-662.

Spangenberg, J. H. & Settle, J., 2010. Precisely incorrect? Monetising the value of ecosystem services. *Ecological Complexity*, Volumen 7, pp. 327-337.

Stafford Smith, D. M., Abel, N., Walker, B. & Chapin, F. S., 2009. Drylands: Coping with Uncertainty, Thresholds, and Changes in State. En: *Principles of Ecosystem Stewardship*. s.l.:Springer.

UNESCO, 2012. <http://www.unesco.org>. [En línea] Available at: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/latin-america-and-the-caribbean/mexico/mapimi/>

WAD, 2018. World Atlas of Desertification. En: M. H. C. R. J. H. J. S. S. M. G. (. Cherlet, ed. Luxembourg: PublicationOffice of the European Union,.

Yirdaw, E., Tigabu, M. & Mongoe, A., 2017. Rehabilitation of degraded dryland ecosystems. *Silva Fennica* , Volumen 51.

## 7 ANEXOS

### 7.1 Anexo Entrevista aplicada para definir sitios de muestreo

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_  
Sexo: \_\_\_\_\_ Ejido: \_\_\_\_\_

1.- ¿Tiene áreas degradadas en su ejido?  
a) si                      b) no

2.- ¿Qué entiende por degradación?  
perdida de pasto  
perdida de vegetación  
suelos erosionados  
perdida de producción vegetal  
otro\_

3.- ¿Hay obras de restauración en su ejido?  
a) si                      b) no

4.- ¿Estas obras han sido realizadas en las zonas degradadas?  
a) si                      b) no

¿de que tipo?                      Cuantas:

|                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| Bordos semilunares | <input type="text"/> |
| Microcuencas       | <input type="text"/> |
| presas de piedra   | <input type="text"/> |

5.- ¿Cuál es la edad de la zona de restauración mas vieja de su ejido?  
\_\_\_\_\_

6.- ¿Que ha notado al día de hoy en esas obras?  
a) no he notado nada  
b) mas pasto  
c) menos pasto  
d) mas vegetación en general  
e) más arbustos  
f) menos arbustos  
g) plantas que no había visto antes









## Formato de campo. - captura de especies presentes por bordo

ID \_\_\_\_\_

Sitio: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Ejido: \_\_\_\_\_

Nombre del Observador: \_\_\_\_\_

| No. de Bordo                | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |  |
|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| ¿Está roto? (N/V/H)         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| Nivel de Cobertura (A/M/B)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| <b>Especies encontradas</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |

En este listado de debe de anotar las especies que se encuentran en el bordo e ir marcando presencia cuando se detecten en cada bordo. Si el bordo está roto por acción hídrica anotar una H, por camino de vacas una V si no está roto una N.

El nivel de cobertura se medirá en relación a los interparches del bordo, si dentro del bordo no hay una diferencia con los interparches se anotará una cobertura baja (B), si hay una diferencia notable de cobertura dentro del bordo en comparación del exterior se anota cobertura Media (M) y si la cobertura al interior del bordo forma manchones tipo Mogote una cobertura alta (A)

### 7.3 Anexo -Especies encontradas en los bordos y sus usos, según la población local y bibliografía

| Información obtenida por entrevistas de locales |   |               |         |               |                 | INECOL (Grajales 2015)         |  |                                     |                                |
|---|---|---------------|---------|---------------|-----------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------|
| Nombre Común                                    | Nombre Científico                       | Ciclo de vida | Forraje | Uso medicinal | Valor culinario | Descripción del uso local      | Uso medicinal  | Valor culinario                     | Otros usos                     |
| Alicoachitos                                    | <i>Echinocereus enneacanthus subsp.</i> | 1             | 1       |               | 1               | Se comen los frutos "chilitos" |  |                                     |                                |
| Árnica  |   | 1             | 4       | 1             |                 | Cicatrización                  | Cicatrizante   |                                     |                                |
| Bandenerita                                     | <i>Buteloa curtispindula</i>            | 1             | 3       |               |                 |                                |  |                                     |                                |
| Biocostra                                       |   | 1             | 1       |               |                 |                                |  |                                     |                                |
| Biznaga   | <i>Ferocactus haematocanthus</i>        | 1             | 1       |               | 1               | Frutos                         |  | Uso ornamental, se comen los frutos |                                |
| Borrachitos                                     | <i>Coryphantha mecrmeris</i>            | 1             | 1       |               |                 |                                |  |                                     | Uso ceremonial por tarahumaras |
| Cadillo   | <i>Xanthium</i>                         | 3             | 1       |               |                 |                                |  |                                     |                                |
| Calderora                                       | <i>Krameria grayi</i>                   | 1             | 2       | 1             |                 |                                | Infusión para anemia, problemas menstruales y para limpiar los riñones |                                     |                                |

|                             |                                 |   |   |   |  |  |   |  |  |  |  |  |
|-----------------------------|---------------------------------|---|---|---|--|--|---|--|--|--|--|--|
| Chamizo                     | <i>Suaeda Nigrescens</i>        | 1 | 4 |   |  |  |   |  |  |  |  |  |
| Chicalote                   |                                 | 1 | 1 | 1 |  | Baño para bebés con granos en la piel                          |   |  |  |  |  |  |
| Coquillo                    |                                 | 3 | 4 |   |  |  |   |  |  |  |  |  |
| Gatuño                      | <i>Acacia Greggii</i>           | 1 | 1 |   |  |  |   |  |  |  |  |  |
| Gobernadora                 | <i>Larrea Tridentata</i>        | 1 | 1 | 1 |  | Uso como té para el riñón, olor de pies                        | Miembros rígidos, llagas, picaduras dolores menstruales, y muchos mas |  |  |  |  |  |
| Hierba de apestosa/ Lechona | <i>Baileya multiradiata</i>     | 3 | 1 | 1 |  | Se machaca con vinagre y se unta en el estómago para la fiebre | Cura granos en la piel, Toxicas al ganado                             |  |  |  |  |  |
| Hierba de la golondrina     | <i>Euphorbia sp</i>             | 3 | 4 |   |  |  | 1   |  |  |  |  |  |
| Hierba de venado            |                                 | 3 | 3 |   |  |  |   |  |  |  |  |  |
| Hierba del burro            |                                 | 1 | 3 |   |  |  |   |  |  |  |  |  |
| Hierba del Negro            | <i>Sphaeralcea angustifolia</i> | 1 | 3 |   |  |  | Fortalecer pelo, dolor de estómago, diarrea,                          |  |  |  |  |  |



|            |                               |   |   |  |   |  |   |                        |  |
|------------|-------------------------------|---|---|--|---|--|---|------------------------|--|
|            |                               |   |   |  |   |  | contra la diarrea   |                        |  |
| Jarilla    | <i>Gymnosperma glutinosum</i> | 3 | 2 |  |   |  |   |                        |  |
| Limoncillo | <i>pectis sp</i>              | 3 | 1 |  |   |  |   |                        |  |
| Maguey     | <i>Agave asperrima</i>        | 1 | 3 |  | 1 |  |   |                        | Uso del quiote como viga, o forraje                                |
| Mala mujer |                               | 3 | 1 |  | 1 |  |   |                        |  |
| Mariola    | <i>pharthenium incanum</i>    | 1 | 3 |  | 1 |  | Problemas hepáticos y dolores estomacales   |                        | Se usa a para obtener resinas, aceites y lacas para diversos usos. |
| Mezquite   | <i>prosopis glandulosa</i>    | 1 | 4 |  | 1 |  | Las hojas se usan para el dolor de ojos, trastornos estomacales, erupciones cutáneas, dolor de garganta, hernia umbilical | Vainas consumo humano, |  |

|               |                            |   |   |   |   |                   |   |  |  |
|---------------|----------------------------|---|---|---|---|-------------------|---|--|--|
| Navajita      | <i>buteloa gracilis</i>    | 3 | 3 |   |   |                   |   |  |  |
| Nopal         | <i>Opuntia</i>             | 1 | 4 |   | 1 | Rastro, coyotillo |   |  |  |
| Nopal Cegador | <i>Opuntia microdasys</i>  | 1 | 4 |   | 1 |                   |   | Frutos comestibles, uso ornamental, forraje para ganado      |  |
| Nopal rastro  | <i>Opuntia rastrera</i>    | 1 | 4 | 1 | 1 |                   | Uso medicinal para ardor por quemaduras en la piel, remedio para la diabetes, dolores de cabeza y fiebre. | Frutos comestibles, las pencas tiernas se usan como verduras |  |
| Ocotillo      | <i>Fouqueria splendens</i> | 1 | 3 |   | 1 | Diabetes          | Uso de las flores para curar la tos, como purgante para hemorragias, para corregir menstruación atrasada. |  |  |





|                 |                                  |   |   |   |   |   |  |  |  |
|-----------------|----------------------------------|---|---|---|---|---|--|--|--|
| pasto           | <i>Dasyochloa</i>                |   |   |   |   |   |  |  |  |
| Borreguero      | <i>pulchella</i>                 | 2 | 4 |   |   |   |  |  |  |
| pasto buffel    | <i>Genchrus ciliaris</i>         | 1 | 4 |   |   |   |  |  |  |
| Pezuña de Res   |                                  | 3 | 3 |   |   |   |  |  |  |
|                 | <i>Echinocereus enneacanthus</i> |   |   |   |   |   |  |  |  |
| Pitaya          | <i>subsp.</i>                    | 1 | 1 |   |   |   |  |  |  |
| Sabaneta        | <i>Hilaria Mútica</i>            | 1 | 3 |   |   |   |  |  |  |
|                 | <i>Buddleja scordioides</i>      |   |   |   |   |   |  |  |  |
| Salvilla        |                                  | 1 | 3 | 1 | 1 | Té para promover la lactancia, con buen sabor+        |  |  |  |
|                 |                                  |   |   |   |   |   | Si se mastica, funciona como fijador de dientes, se usa para evitar la caída de cabello, contra las vrices, y golpes, heridas, y sarna en la piel, ojos irritados, mal de oídos, entre otros |  |  |
| Sangre de grado | <i>Jatropha dioica</i>           | 1 | 2 | 1 |   | Masticado o cocido para fijar los dientes, gingivitis |  |  |  |

|                         |                               |   |   |   |   |   |   |                |  |
|-------------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|----------------|--|
| Tatalencho              | <i>Gymnosperma glutinosum</i> | 1 | 3 | 1 |   | Para aliviar reumatitis, baños de lienzos o compresas calientes | El fruto se usa para quitar el dolor de anginas, la raíz se mezcla con la corteza de mezquite y sirve para la fiebre intestinal |                |  |
| Tazajillo               | <i>Opuntia leptocaulis</i>    | 1 | 1 | 1 |   |   | Dolor de estómago, purgante, en   |                |  |
| Trompillo               | <i>Solanum eleagnifolium</i>  | 3 | 1 | 1 | 1 | Se usa para cuajar quesos                                       | en caballos,  | Cuaje de leche |  |
| Tronadora/<br>San Pedro | <i>Tecoma stans</i>           | 1 | 1 | 1 |   |   | Se usa para tratamiento de sífilis y diabetes   |                |  |
| Zacate<br>placero       |                               | 3 | 4 |   |   |   |   |                |  |

#### 7.4 Anexo Modelo de sistematización aplicado a los programas

| Ejes de los programas en la RBM |                    | Descripción de los programas |              |  |  |   |
|---------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------|--|--|---|
| Programa                        | Actor              | Espacio                      | Proceso      | Objetivo   | Participantes  | Producto  |
| PET                             | Ejidatarios        | Regional                     | Intervención | "Contribuir al bienestar socioeconómico de sus habitantes que han sido afectados por situaciones adversas... mediante apoyos otorgados por la participación de la población asentada en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) " | CONANP<br>Habitantes de la reserva<br>y<br>alrededores de la reserva   | Programa de recuperación de residuos sólidos urbanos<br><br>Plan de vigilancia comunitaria<br>Apoyo a obras de conservación de suelos   |
| PROCOCES / PRODERES             | Interinstitucional | Regional                     | Intervención | "Promover la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad en las Regiones Prioritarias."   | CONANP<br>Pronatura<br><br>Asociaciones civiles<br>Ejidatarios<br>Habitantes de la reserva<br>Organizaciones de productores<br>Grupo de promotoras ambientales | Estudios para el monitoreo, conservación y manejo de los recursos naturales.<br>Proyectos de Restauración del hábitad.<br>Certificación de producción orgánica<br>Curso de capacitación en educación ambiental.<br>Proyecto ecoturístico la Flor<br>Planta de tratamiento de aguas residuales<br>Monitoreo y concervación de especies |
| PROCER                          | Ejidatarios        | Regional                     | Intervención | "Contribuir a la conservación de las especies en riesgo y su hábitat, promoviendo la colaboración y participación de instituciones de  | Ejidatarios<br>Grupo de promotoras ambientales   | Curso de capacitación en educación ambiental.<br>Proyectos de concervación y Restauración del hábitad.<br><br>Estudios técnicos   |

| Ejes de los programas en la RBM |                    |          |              | Descripción de los programas  |  |  |
|---------------------------------|--------------------|----------|--------------|---|--|--|
| Programa                        | Actor              | Espacio  | Proceso      | Objetivo  | Participantes  | Producto   |
| PACC                            | Interinstitucional | Regional | Intervención | Integrar información pertinente sobre escenarios del clima y sus posibles efectos en los objetos de conservación y actividades productivas.... así como integrar e impulsar medidas de adaptación y líneas de acción que permitan hacer frente a estos posibles efectos del cambio climático. | CONANP<br>Ejidatarios<br>Fondo Mexicano para la Conservación | Exclusiones para protección de tortugas<br>Banco de germoplasma<br>Obras de captación de agua para fauna silvestre<br>Identificación de vulnerabilidades al cambio climático |

**Descripción de los productos (continuación) Ejes de las líneas de cada producto**

| <b>Programa</b> | <b>Producto</b>   | <b>Actor</b>       | <b>Espacio</b> | <b>Proceso</b>               |
|-----------------|---|--------------------|----------------|------------------------------|
| PET             | Programa de recuperación de residuos sólidos urbanos                                | Ejidatarios        | Local          | Intervención                 |
|                 | Plan de vigilancia comunitaria  | Ejidatarios        | Regional       | Intervención                 |
|                 | <u>Apoyo a obras de conservación de suelos</u>                                      | Ejidatarios        | Local          | Intervención                 |
| PROCOCDES       | <u>Estudios para el monitoreo, conservación y manejo de los recursos naturales.</u> | Interinstitucional | Local          | Diagnóstico/<br>intervención |
|                 | Proyectos de Restauración del hábitat.  | Ejidatarios        | Local          | Intervención                 |
|                 | Certificación de producción orgánica  | Ejidatarios        | Local          | Intervención                 |
|                 | Curso de capacitación en educación ambiental.                                       | Interinstitucional | Regional       | Intervención                 |
|                 | Proyecto ecoturístico la Flor   | Ejidatarios        | Local          | Intervención                 |
|                 | Planta de tratamiento de aguas residuales   | Ejidatarios        | Local          | Intervención                 |
|                 | Monitoreo y conservación de especies  | Ejidatarios        | Regional       | Intervención                 |
| PROCER          | Curso de capacitación en educación ambiental.                                       | Ejidatarios        | Local          | Intervención                 |
|                 | <u>Proyectos de conservación y Restauración del hábitat.</u>                        | Ejidatarios        | Local          | Intervención                 |
|                 | Estudios técnicos   | Institucional      | Local          | Diagnóstico                  |
| PACC            | <u>Exclusiones para protección de tortugas</u>                                      | Ejidatarios        | Local          | Intervención                 |
|                 | Banco de germoplasma  | Ejidatarios        | Local          | Intervención                 |
|                 | Obras de captación de agua para fauna silvestre                                     | Ejidatarios        | Local          | Intervención                 |
|                 | Identificación de vulnerabilidades al cambio climático                              | Interinstitucional | Local          | Diagnóstico                  |

## 7.5 Anexo Entrevista para identificar el uso de las plantas encontradas

Ejido: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistado:

Sexo:

\_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_ entrevistador:

| De estas plantas, ¿cuáles tienen un uso medicinal? | ¿para qué se usa? |
|--|-------------------|
| <b>Nombre Común</b>                                |                   |
| Gobernadora  |                   |
| Huizache   |                   |
| Pasto Borreguero                                   |                   |
| Mezquite   |                   |
| Biocostra  |                   |
| Sabaneta   |                   |
| Hortigilla   |                   |
| Hierba del Negro                                   |                   |
| Orégano  |                   |
| Nopal  |                   |
| Pezuña de Res                                      |                   |
| Hoja zen   |                   |
| Ocotillo   |                   |
| Sangre de grado                                    |                   |
| Zacate placero                                     |                   |
| Pajonal  |                   |
| Hierba de la golondrina                            |                   |
| Coquillo   |                   |
| Tazajillo  |                   |
| Mariola  |                   |
| Biznaga  |                   |

| ¿Cuáles se pueden usar en preparación de alimentos? | ¿para qué se usa? |
|---|-------------------|
| <b>Nombre Común</b>                                 |                   |
| Gobernadora   |                   |
| Huizache  |                   |
| Pasto Borreguero                                    |                   |
| Mezquite  |                   |
| Biocostra   |                   |
| Sabaneta  |                   |
| Hortigilla  |                   |
| Hierba del Negro                                    |                   |
| Orégano   |                   |
| Nopal   |                   |
| Pezuña de Res                                       |                   |
| Hoja zen  |                   |
| Ocotillo  |                   |
| Sangre de grado                                     |                   |
| Zacate placero                                      |                   |
| Pajonal   |                   |
| Hierba de la golondrina                             |                   |
| Coquillo  |                   |
| Tazajillo   |                   |
| Mariola   |                   |
| Biznaga   |                   |

|                    |  |
|--------------------|--|
| Jarilla            |  |
| Pasto buffel       |  |
| Cadillo            |  |
| Maguey             |  |
| Gatuño             |  |
| Palmilla           |  |
| Tatalencho         |  |
| Limoncillo         |  |
| Salvilla           |  |
| Chamizo            |  |
| Trompillo          |  |
| Mala mujer         |  |
| Árnica             |  |
| Hierba de venado   |  |
| Hierba del burro   |  |
| Hierba de apestosa |  |
| Tatalencho         |  |
| Palo blanco        |  |
| Hierba estrellita  |  |

|                    |  |
|--------------------|--|
| Jarilla            |  |
| Pasto buffel       |  |
| Cadillo            |  |
| Maguey             |  |
| Gatuño             |  |
| Palmilla           |  |
| Tatalencho         |  |
| Limoncillo         |  |
| Salvilla           |  |
| Chamizo            |  |
| Trompillo          |  |
| Mala mujer         |  |
| Árnica             |  |
| Hierba de venado   |  |
| Hierba del burro   |  |
| Hierba de apestosa |  |
| Tatalencho         |  |
| Palo blanco        |  |
| Hierba estrellita  |  |

Si esas plantas tienen otro uso, nos lo puede compartir.

¡Gracias!



## 7.6 Anexo cuestionario para asignar valores forrajeros a las plantas encontradas

Ejido: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistador: \_\_\_\_\_

| Forraje                    | Descripción  |
|----------------------------|--|
| a) No forrajero            | Plantas que no sirven de alimento para las vacas.  |
| b) Forrajero última opción | Plantas que funcionan como forraje, pero necesitan un tratamiento para su consumo o pueden conllevar daños al ganado en exceso, por lo que se consume en épocas de escasez |
| c) Forrajero poco habitual | Plantas que las vacas buscan como una segunda opción cuando se terminan las plantas preferidas   |
| d) Forrajero preferido     | Plantas que las vacas buscan con mayor frecuencia sobre otras especies   |

### Gobernadora

a) No forrajero

b) Forrajero última opción

c) Forrajero poco habitual

d) Forrajero preferido

### Huizache

a) No forrajero

b) Forrajero última opción

c) Forrajero poco habitual

d) Forrajero preferido

### Hierba de la golondrina

a) No forrajero

b) Forrajero última opción

c) Forrajero poco habitual

d) Forrajero preferido

### Pasto Borreguero

a) No forrajero

b) Forrajero última opción

c) Forrajero poco habitual

d) Forrajero preferido

### Sabaneta/Hilaria

a) No forrajero

b) Forrajero última opción

c) Forrajero poco habitual

d) Forrajero preferido

### Coquillo

a) No forrajero

b) Forrajero última opción

c) Forrajero poco habitual

d) Forrajero preferido

### Biocostra

a) No forrajero

b) Forrajero última opción

c) Forrajero poco habitual

d) Forrajero preferido

### Mezquite

a) No forrajero

b) Forrajero última opción

c) Forrajero poco habitual

d) Forrajero preferido

### Tazajillo

a) No forrajero

b) Forrajero última opción

c) Forrajero poco habitual

d) Forrajero preferido

**Zacate placero**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Pajonal/Sporobolus**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Jarilla**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Cadillo**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Palmilla**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Hierba del Negro**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Orégano**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Hortigilla**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Maguey**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Nopal**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Mariola**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Biznaga**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Pasto buffel**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Gatuño**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Mala mujer**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Patulenco**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Salvilla**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Chamizo**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Hierba del burro**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Patulenco**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Limoncillo**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Pezuña de Res**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Trompillo**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Hierba de apestosa**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Palo blanco**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Hoja zen**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Árnica**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Hierba de venado**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Ocotillo**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Hierba estrellita**

- a) No forrajero
- b) Forrajero última opción
- c) Forrajero poco habitual
- d) Forrajero preferido

**Sangre de grado**

---

a) No forrajero

---

b) Forrajero última opción

---

c) Forrajero poco habitual

---

d) Forrajero preferido

---

**Zacate Banderita**

---

a) No forrajero

---

b) Forrajero última opción

---

c) Forrajero poco habitual

---

d) Forrajero preferido

---

**Zacate navajito**

---

a) No forrajero

---

b) Forrajero última opción

---

c) Forrajero poco habitual

---

d) Forrajero preferido

---