



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

EVALUACIÓN DE RESPUESTAS TEMPRANAS DEL HÁBITAT EN UN DISEÑO
DE MANEJO HOLÍSTICO DE GANADO EN LA SIERRA CACACHILAS, B.C.S.

TESIS

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación en Ecología de Zonas Áridas)

P r e s e n t a

FLORENT JACQUES FRANCOIS GOMIS COVOS

La Paz, Baja California Sur, Junio 2016.

COMITÉ TUTORIAL

Dr. Sergio Álvarez Cárdenas

Director de Tesis

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., La Paz, B. C. S.

Dr. Fernando N. González Saldívar

Co-Tutor

Universidad Autónoma de Nuevo León, Campus Linares, N. L.

Dra. Sonia A. Gallina Tessaro

Co-Tutor

Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz.

COMITÉ REVISOR DE TESIS

Dr. Sergio Álvarez Cárdenas

Dr. Fernando N. González Saldívar

Dra. Sonia A. Gallina Tessaro

JURADO EN EXAMEN DE GRADO

Dr. Sergio Álvarez Cárdenas

Dr. Fernando N. González Saldívar

Dra. Sonia A. Gallina Tessaro

SUPLENTE

Dra. Yolanda Maya Delgado

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 10 horas del día 1 del Mes de Julio del 2016, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

" EVALUACIÓN DE RESPUESTAS TEMPRANAS DEL HÁBITAT EN UN DISEÑO DE MANEJO HOLÍSTICO DE GANADO EN LA SIERRA CACACHILAS, REGIÓN DEL CABO, B.C.S."

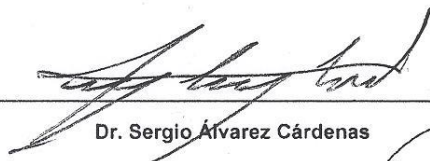
Presentada por el alumno:

Florent Jacques Francois Gomis Covos

Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACIÓN EN ECOLOGIA DE ZONAS ARIDAS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

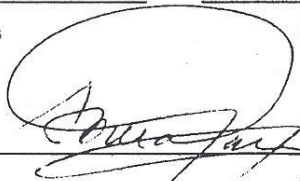
LA COMISIÓN REVISORA



Dr. Sergio Álvarez Cárdenas



Dr. Fernando N. González Saldívar



Dr. Sonia A. Gallina Tessaro



Dra. Norma Yolanda Hernández Saavedra,
Directora de Estudios de Posgrado y
Formación de Recursos Humanos

RESUMEN

La práctica ganadera, tanto intensiva como extensiva, ha resultado perjudicial para los ecosistemas a nivel mundial. Desde la década de los 80's Allan Savory propuso el manejo holístico del ganado, práctica ganadera que ha resultado favorable al ecosistema en varias regiones áridas y semiáridas en el mundo. En el Rancho Cacachilas, ubicado en la Sierra Cacachilas, Región del Cabo, B.C.S., se empezó a implementar este tipo de manejo desde noviembre del 2014. El objetivo de este estudio fue determinar las variables ecológicas, biomasa vegetal y parámetros físico-químicos del suelo en tres sitios bajo diferente tipo de manejo: holístico, tradicional (pastoreo continuo) y sitio de exclusión. Los tres sitios se analizaron en tres temporadas distintas: previo al efecto del pastoreo, posterior al efecto del pastoreo y al final de la temporada de crecimiento (fin de la época de lluvias). En el área de manejo holístico, se identificaron 58 especies vegetales, pertenecientes a 44 géneros y 24 familias, con una diversidad de Shannon-Wiener de 2.7. Por su parte, en el área con manejo tradicional, se registraron 63 especies, 48 géneros y 26 familias, con una diversidad de 2.4. En el sitio de exclusión se encontraron 59 especies, 41 géneros y 23 familias, con una diversidad de 2.7. La familia Euphorbiaceae resultó la más importante seguida por Fabaceae, Acanthaceae, Anacardiaceae, Burseraceae, Asteraceae y Cactaceae. Las especies más importantes en los tres tipos de manejo fueron *Jatropha cinerea* y *Ruellia californica*, ambas no palatables. La dominancia de pastos estuvo en descenso en todas las temporadas en el manejo tradicional debido al pastoreo continuo. En el manejo holístico incrementó la biomasa de las especies poco y muy palatables. En el manejo holístico incrementó el pH de 6.71 a 7.28 en la temporada de crecimiento, mientras que los otros dos tipos de manejo los valores se mantuvieron iguales. La concentración de nitrógeno en nitritos se mantuvo constante en el manejo holístico en la temporada de crecimiento, mientras que en los otros dos tipos de manejo disminuyó. Tanto en el manejo holístico como en el manejo tradicional incrementó la concentración de nitrógeno en nitratos y en amonio posterior al efecto del ganado. En el área ganadera de la Sierra Cacachilas y en la región en general, no se habían caracterizado estas variables del hábitat, en función de la actividad ganadera realizada en forma tradicional y con manejo holístico. Estos resultados iniciales del manejo holístico podrán servir como base para futuros estudios y planes de manejo de la ganadería en la Sierra Cacachilas, la Región del Cabo y zonas áridas en general.

Palabras clave: *manejo holístico; manejo tradicional; ganadería; efecto del pastoreo.*

ABSTRACT

Livestock management, both intensive and extensive, has been detrimental to ecosystems worldwide. Since the early 80's Allan Savory proposed holistic management, a livestock practice that has been favorable to the ecosystem in many arid and semiarid regions in the world. In Rancho Cacachilas, located in Sierra Cacachilas, Cape Region, B.C.S., began to implement this kind of management since November 2014. The aim of this study is to determine the ecological variables, plant biomass and soil physicochemical parameters in three sites under different types of management: holistic, traditional (continuous grazing) and an exclusion site. The three sites were analyzed in three different seasons: before the grazing effect, after the grazing effect and at the end of the growing season (end of the rainy season). In the holistic management area, 58 plant species belonging to 44 genera and 24 families, with a Shannon-Wiener diversity of 2.68 were identified. Meanwhile, in the traditional management area, 63 species, 48 genera and 26 families, with a diversity of 2.42 were recorded. On the exclusion site, 59 species, 41 genera and 23 families, with a diversity of 2.68 were found. Euphorbiaceae was the most important family, followed by Fabaceae, Acanthaceae, Anacardiaceae, Burseraceae, Asteraceae and Cactaceae. The most important species in the three types of management were *Jatropha cinerea* and *Ruellia californica*, both unpalatable. The dominance of grasses declined in all seasons in the traditional management area due to continuous grazing. In the holistic management area the biomass of little and very palatable species increased. In the holistic management pH increased from 6.71 to 7.28 in the growing season, while the values of the other two types of management remained the same. The concentrations of nitrogen in nitrite remained constant in the holistic management in the growing season, while in the other two types of management it declined. Both in holistic management and traditional management the concentration of nitrogen in nitrates and ammonium increased after the grazing effect. In general in this area of the Sierra Cacachilas and in the region, these habitat variables had not been characterized before, depending on the livestock activity in traditional and holistic management. These initial results of holistic management may be used as a baseline for future studies and livestock management plans in Sierra Cacachilas, in the Cape Region, and other arid zones.

Keywords: *holistic management; traditional management; livestock; grazing effect.*

DEDICATORIA

A mi familia, a mis amistades y a la ciencia...

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por la beca otorgada (Reg. 371332) durante mis estudios de maestría y mi estancia de investigación en Linares, Nuevo León. Al CIBNOR por la prestación de sus instalaciones, su apoyo, y mi formación como maestro en ciencias. A Aarón Esliman y a todo el equipo del Rancho Cacachilas por el financiamiento del análisis de las muestras de suelo, por facilitarme sus instalaciones y por hacer este trabajo posible.

Al Dr. Sergio Álvarez Cárdenas por su apoyo en la elaboración del presente trabajo, por sus observaciones, sus motivaciones a seguir adelante y su amistad. A su esposa, Dra. Patricia Galina Tessaro por su ayuda incondicional en los trámites del trabajo, por su motivación y su constante preocupación por mi bienestar. A la Dra. Sonia Antonieta Gallina Tessaro por su apoyo, observaciones y comentarios para darle fuerza a la tesis.

Al Dr. Fernando N. González Saldívar por su gran hospitalidad durante mi estancia en Linares, por incluirme en su equipo de trabajo, por compartirme sus conocimientos, apoyo en el presente trabajo y sobre todo por brindarme su amistad. De igual manera, quiero agradecer al resto del equipo de Linares: Cesar, Leonel, Zurita, Ramón, Emiliano y a Inés Yáñez por prestarme su laboratorio.

Quisiera agradecer a la Dra. Yolanda Maya Delgado por su apoyo incondicional, por introducirme al mundo de los suelos y por su amistad.

Al equipo del laboratorio de Edafología, M. C. Manuel Trasviña por ayudarme con el análisis de las muestras de suelo, las prestaciones de su laboratorio y por el intercambio de experiencias. De igual manera, quiero agradecer a Miriam Hernández por su gran ayuda en los análisis.

A Jonathan Escobar por sus aportaciones y su amistad. A Beli y a Franky por su ayuda en campo y en el laboratorio. A Fernando Pío por su apoyo sobrehumano en campo, por sus clases de la vida, por introducirme al cosmos, y por ser una gran persona.

A mi novia Alessandra Casanova por su paciencia, apoyo y motivación a seguir adelante y por ser una hermosa persona.

A todas las amistades viejas y nuevas (Baja Weros) que me acompañaron durante esta gran aventura y los buenos recuerdos que permanecen.

Por último y en mayor importancia, a mi familia por siempre estar ahí en las buenas y en las malas, por su apoyo incondicional y las enseñanzas de la vida.

CONTENIDO

RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABLAS.....	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	i
1.1 Definición de Holismo.....	2
1.2 Concepto de Manejo Holístico de Allan Savory.....	2
2. ANTECEDENTES.....	5
2.2 Casos de Éxito de Manejo Holístico en el Mundo y en México.....	7
2.3 Antecedentes de la Región del Cabo y Sierra Cacachilas.....	9
3. JUSTIFICACIÓN.....	11
4. HIPÓTESIS.....	12
5. OBJETIVOS.....	12
5.1 Objetivo General.....	12
5.2 Objetivos Particulares.....	12
6. ÁREA DE ESTUDIO.....	13
6.1 Área de Estudio.....	13
6.2 Sitios de Muestreo.....	14
6.3 Tipos de Suelos.....	15
6.4 Geología.....	15
6.5 Hidrología.....	17
6.6 Clima.....	18
6.7 Vegetación.....	19

7. MÉTODOS.....	20
7.1 Manejo Holístico en Rancho Cacachilas.....	20
7.2 Caracterización del Hábitat.....	20
7.3 Determinación de la Palatabilidad de Especies Vegetales, Biomasa Disponible y Capacidad de Carga.....	23
7.4 Análisis de los Parámetros Físico-químicos del Suelo.....	25
7.5 Análisis Estadístico.....	26
8. RESULTADOS.....	28
8.1 Caracterización del hábitat.....	28
8.1.1 Riqueza Específica, Diversidad e Índice de Similitud.....	28
8.1.2. Abundancia.....	30
8.1.3 Dominancia.....	32
8.1.4 Frecuencia Relativa.....	37
8.1.5 Índice de Valor de Importancia.....	38
8.2. Palatabilidad de Especies Vegetales, Biomasa Disponible y Capacidad de Carga.....	40
8.2.1 Palatabilidad.....	40
8.2.2 Biomasa.....	42
8.2.3 Capacidad de Carga.....	47
8.3 Parámetros Físico-químicos del Suelo.....	48
9. DISCUSIÓN.....	54
10. CONCLUSIÓN.....	61
11. RECOMENDACIONES.....	62
12. LITERATURA CITADA.....	65
13. ANEXOS.....	70
13.1 ANEXO 1: Características Físico-químicas del Suelo.....	70
13.2 ANEXO 2: Listado de Especies Vegetales e IVI.....	73
13.3 ANEXO 3: Fotografías del Área de Estudio.....	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Producción de la ganadería extensiva en las zonas áridas y semiáridas del norte de México (izquierda) y en Baja California Sur (derecha).....	6
Figura 2.	Rancho La Inmaculada en diferentes años.....	9
Figura 3.	(A) Rancho Las Canoas en la época minera (1800's) y (B) en el presente, donde solo quedan vestigios.....	10
Figura 4.	Localización del área de estudio.....	13
Figura 5.	Ubicación de las parcelas de estudio con los tres tipos de manejo.....	14
Figura 6.	Cadena Montañosa de San Lázaro, Región del Cabo, B.C.S.....	17
Figura 7.	Porcentaje de las formas de vida en los tres tipos de manejo.....	29
Figura 8.	Abundancia relativa de las formas de vida en los tres tipos de manejo.....	32
Figura 9.	Dominancia relativa de las formas de vida en los tres tipos de manejo.....	33
Figura 10.	Frecuencia relativa de formas de vida en los tres tipos de manejo.....	38
Figura 11.	Índice de Valor Importancia de las formas de vida en los tres tipos de manejo.....	40
Figura 12.	Porcentaje del Índice de Valor de Importancia de las especies de acuerdo a su palatabilidad.....	42
Figura 13.	Biomasa registrada por estrato en las tres temporadas de muestreo: (A) manejo holístico, (B) manejo tradicional, (C) sitio de exclusión.....	43
Figura 14.	Capacidad de carga en las tres temporadas de muestreo.....	46
Figura 15.	pH del suelo en los tres tipos de manejo.....	47
Figura 16.	Porcentaje de materia orgánica del suelo en los tres tipos de manejo.....	48
Figura 17.	Contenido de nitrógeno en nitritos en los tres tipos de manejo.....	49
Figura 18.	Contenido de nitrógeno en nitratos en los tres tipos de manejo...	50
Figura 19.	Contenido de nitrógeno en amonio en los tres tipos de manejo...	50
Figura 20.	Contenido de nitrógeno total ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$) en los tres tipos de manejo.....	51
Figura 21.	Infiltración (ml hora^{-1}) en los tres tipos de manejo.....	52

LISTA DE TABLAS

Tabla I.	Riqueza específica y diversidad en los tres tipos de manejo.....	29
Tabla II.	Índice de similitud de Sorensen entre los tres tipos de manejo.....	30
Tabla III.	Abundancia relativa de las familias más representativas en los tres tipos de manejo.....	31
Tabla IV.	Dominancia relativa de las familias dominantes en los tres tipos de manejo.....	32
Tabla V.	Porcentaje de cambios de dominancia en la temporada posterior al efecto del pastoreo en estrato bajo.....	34
Tabla VI.	Porcentaje de cambios de dominancia en la temporada de crecimiento en el estrato bajo.....	34
Tabla VII.	Porcentaje de cambios de dominancia en arbustos/árboles (estrato medio y alto).....	35
Tabla VIII.	Porcentaje de cambios de dominancia en la temporada posterior al efecto del pastoreo en estrato medio y alto.....	35
Tabla IX.	Porcentaje de cambios de dominancia en la temporada de crecimiento en el estrato medio y alto.....	36
Tabla X.	Porcentaje de cambios de dominancia total.....	37
Tabla XI.	Frecuencia relativa de las familias más representativas en cada tipo de manejo.....	37
Tabla XII.	Índice de Valor de Importancia (IVI) de las familias más representativas en los tres tipos de manejo.....	39
Tabla XIII.	Palatabilidad de las especies presentes en los tres tipos de manejo.....	41
Tabla XIV.	Porcentaje de recuperación de la biomasa del estrato bajo en la temporada de crecimiento.....	44
Tabla XV.	Porcentaje de recuperación de la biomasa del estrato medio y alto en la temporada de crecimiento.....	44
Tabla XVI.	Porcentaje de crecimiento de la biomasa vegetal en la temporada de crecimiento.....	45
Tabla XVII.	Porcentajes de biomasa total posterior al efecto del ganado y durante la temporada de crecimiento.....	45
Tabla XVIII.	Porcentajes de textura del suelo en los tres tipos de manejo..	47
Tabla XIX.	Medias de conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) de los tres tipos de manejo.....	48
Tabla XX.	Biomasa en kg ha^{-1} de las diferentes formas de vida en un estudio en Linares, Nuevo León.....	55

1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la actividad ganadera se basaba en la disponibilidad de forrajes locales que no tenían ningún valor alimenticio. Con el crecimiento de la demanda de carne y el incremento de la producción ganadera, dejaron de depender de los forrajes locales (Delgado *et al.*, 1999) y desde los años 50's empezaron a cultivar las tierras con granos para abastecer el alimento del ganado. Hoy en día, el 30% de la superficie terrestre está destinada a la ganadería y el 70% de la tierra agrícola se dedica a producir forraje para el ganado. En el 2002 se alimentó al ganado con 670 millones de toneladas de soja y maíz, representando cerca de un tercio de la producción mundial (Jutzi, 2006).

En el mundo, gran parte del agua dulce disponible se destina a la producción ganadera, por ejemplo, en Estados Unidos llega hasta el 55%. Así mismo, una de las principales causas de contaminación del agua es el manejo ganadero en altas densidades, donde el suelo no tiene la capacidad de absorber tan altas concentraciones de desechos. Al mismo tiempo, el uso de antibióticos y hormonas, así como de fertilizantes y pesticidas utilizados para la producción de forraje, son otras fuentes de contaminación a raíz del manejo ganadero. Lumaret y Martínez (2005), reportan los efectos nocivos que tienen los antiparasitarios, insecticidas y herbicidas sobre los insectos coprófagos, los cuales prestan importantes servicios ambientales, acelerando el proceso de descomposición de materia orgánica y su incorporación al suelo.

Lo anterior conlleva a la eutrofización, zonas "muertas" en áreas costeras, degradación de arrecifes de coral, problemas en la salud humana, entre otros efectos nocivos. De igual manera, mediante la compactación del suelo se altera el ciclo del agua, reduciendo la infiltración, degradando lechos de ríos y arroyos, secando llanuras de inundación y disminuyendo los niveles de los mantos freáticos (Jutzi, 2006).

La degradación de los ecosistemas debido a la ganadería repercute en la calidad de vida de todo el mundo, debido a los problemas que conlleva en la salud humana, por ello, el cambio en su manejo debe de ser el principal interés en la recuperación de los ecosistemas.

1.1 Definición de Holismo.

La corriente filosófica del **holismo** proviene de la palabra griega “holos” que significa “todo” o “entero”, fue descrito por primera vez por el militar y político sudafricano Jan Christiaan Smuts que lo explica de forma detallada en su libro “Holismo y Evolución” (Smuts, 1927). Smuts describe al mundo formado por patrones o arreglos que constituyen enteros, los cuales pertenecen a otros enteros más grandes. El entero mayor presenta cualidades y características que no están presentes en los enteros menores que lo forman. Dicho de otra manera, el holismo considera que el “todo” es un sistema más complejo que la suma de sus partes y se debe de analizar como un conjunto y no en partes individuales (Smuts, 1927; Savory y Butterfield, 1999).

1.2 Concepto de Manejo Holístico de Allan Savory.

El ecólogo-conservacionista sudafricano Allan Savory adopta en los años sesenta el concepto del holismo, para desarrollar una matriz con una nueva visión de manejo y de toma de decisiones, que mantiene las necesidades sociales y económicas conservando la integridad del ambiente (Savory y Butterfield, 1999). Tal matriz, conocida como **Manejo Holístico**, ha estado a prueba en África del Sur y Estados Unidos por más de 40 años y ha evolucionado a base de observaciones y experiencias, donde finalmente se ha llegado a cuatro ideas clave:

1) **La naturaleza funciona en enteros.** La naturaleza no funciona en partes individuales sino en enteros que se forman entre ellos, cualquier acción que se realice en algún sitio va a repercutir en el entero. Se debe prestar atención a los patrones que existen en la naturaleza para poder entenderla y realizar un manejo correcto.

2) **El ambiente se clasifica en una escala de friabilidad.** La friabilidad de un ambiente depende de la distribución de la humedad a través del año y la rapidez de descomposición de los residuos vegetales. La clasificación se da en una escala del 1 al 10, donde los ambientes no-friables tienen un valor de 1, como en el caso de las selvas tropicales, donde la vegetación se mantiene productiva todo el año y en constante descomposición debido a las altas poblaciones de insectos y microorganismos que se mantienen activos durante todo el año. En el extremo opuesto, los ambientes friables alcanzan un valor de 10, como sucede en los verdaderos desiertos, donde la población de insectos y microorganismos crecen en la estación húmeda, pero cuando cesan las lluvias la humedad del suelo se evapora, la mayoría de la vegetación se muere y la actividad de estos organismos se ve drásticamente reducida, interrumpiendo el ciclo de descomposición durante la mayoría del año.

3) **El papel que los grandes herbívoros tienen en la salud del suelo.** En general, los grandes herbívoros se mantienen en un solo hato, en altas densidades y en constante movimiento, como estrategia de protección ante sus depredadores. El efecto de pisoteo de las pezuñas actúa como un arado natural que ayuda a degradar los residuos vegetales, y a integrar las excretas al suelo que servirán como abono; de igual manera, rompen las costras del suelo, las cuales impiden la infiltración del agua y el crecimiento de nuevos brotes (Jutzi, 2006; Teague *et al.*, 2010; Savory y Butterfield, 1999). De esta manera, el suelo se mantiene cubierto y ayuda a regular la temperatura, mejora la infiltración y disminuye la evaporación, conservando la humedad del suelo

por más tiempo después de las lluvias; de esta forma, las bacterias que se encargan del proceso de humificación se mantienen activas e incrementan el contenido de nutrientes en el suelo (Teague *et al.*, 2010; Savory y Butterfield, 1999).

4) ***La degradación de los ecosistemas no se debe al número de animales sino al tiempo que permanecen en un sitio.*** Anteriormente se pensaba que el número de animales era la causa de la degradación del ecosistema, pero se descubrió que la causa en realidad es el tiempo en el que un sitio permanece expuesto a los animales. Si los animales permanecen en un lugar por periodos prolongados o si regresan pronto al mismo sitio sin darle el descanso suficiente, entonces sí, las plantas son sobrepastoreadas y el suelo sobrecompactado. El tiempo de descanso de un sitio depende de la tasa de crecimiento de las plantas que puede ser desde 30 días hasta un par de años.

Por su parte, el confinamiento de los animales mediante el cercado de los terrenos, ha interrumpido el desplazamiento de la fauna silvestre, evitando así el papel de “labranza y siembra” que ambos tipos de animales tienen en el ecosistema (Savory y Butterfield, 1999; Gallina-Tessaro *et al.*, 2009). De igual manera, se empezaron a controlar las poblaciones de depredadores ya que representan un impacto negativo en la ganadería, por ejemplo, en México, en 1949, se realizó una campaña gubernamental para erradicar al lobo mexicano hasta su extinción en estado silvestre aunque hoy en día se está reintroduciendo. Esto tiene repercusiones en el ecosistema, ya que los depredadores tope ayudan a mantener la salud de las poblaciones de sus presas y a su vez el funcionamiento de las cadenas tróficas. (Gallina-Tessaro *et al.*, 2009).

2. ANTECEDENTES

2.1 Efectos de la Ganadería Extensiva en el Mundo, México y BCS.

La ganadería actual se considera uno de los factores principales de deforestación, degradación de suelos, contaminación e introducción de especies invasivas. La degradación de pastizales debido a la producción ganadera es un problema grave en África, Asia y Latinoamérica abarcando 2.4, 2.0 y 1.1 millones de km², respectivamente. En las zonas áridas, la ganadería es una de las fuentes de empleo más importantes, o la única, donde el 73% de los pastizales han sido degradados por dicha actividad (Jutzi, 2006; Lágunas-Vázquez *et al.*, 2013).

En México las zonas áridas y semiáridas se encuentran básicamente en el norte del país, representando aproximadamente la mitad del territorio (47.7%) (Améndola *et al.*, 2006). La ganadería en esta región se realiza básicamente de forma extensiva, que consiste en un pastoreo continuo e incontrolado sobre la vegetación nativa en grandes extensiones de tierra. En estos sistemas de producción, el ganado forma “corredores” donde seleccionan los mejores sitios para pastorear, por consecuencia, estos sitios acaban sobre-pastoreados y los suelos compactados, alterando el drenaje y el ciclo de los nutrientes del suelo. En cambio, los sitios no frecuentados por el ganado están sobre-descansados, las plantas empiezan a oxidarse perdiendo su calidad como forraje y también su capacidad fotosintética (Golluscio *et al.*, 1998; Martínez-Balboa, 1981).

La ganadería extensiva es susceptible a los cambios del clima, un claro ejemplo se demuestra en la Figura 1 donde se observa el declive entre 1990 y 2001 debido a un periodo de sequía pronunciado (Ramos *et al.*, 2000, citado en Améndola *et al.*, 2006), donde hubo una reducción del 25% del ganado en el norte del país. En estos fenómenos, los ganaderos se ven obligados a gastar en suplementos alimenticios, incrementando los costos de producción hasta un 14% (Ramírez *et al.*, 2003, citado en Améndola *et al.*, 2006).

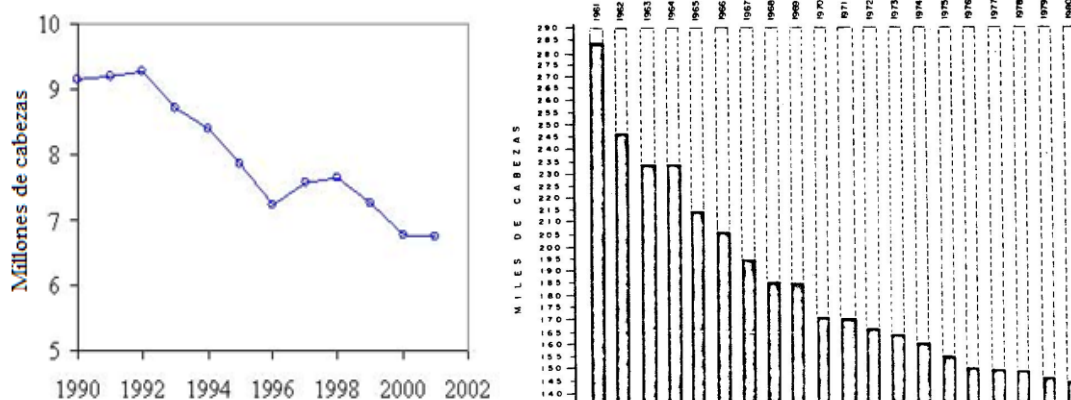


Figura 1. Producción de la ganadería extensiva en las zonas áridas y semiáridas del norte de México (izquierda) y en Baja California Sur (derecha).

En Baja California Sur los sistemas ganaderos tradicionales son de forma extensiva, donde el ganado se alimenta de pastos, matorrales (arborescentes y caulescentes) y cactáceas, variando su consumo de acuerdo a la época de lluvias y de secas. En la época seca se dejan de alimentar de pastos y aumentan el consumo de cactáceas, por su aporte de agua (Martínez-Balboa, 1981).

Durante la época de lluvias la ingesta de nutrientes es abundante para el ganado bovino, pero en la época de secas este aporte nutricional se ve drásticamente reducido, y en algunos años ha llegado hasta un 40%, llevando a los animales a estados fisiológicos sumamente insanos, pudiendo provocar hasta su muerte por desnutrición, deshidratación e hipertermia (aumento de la temperatura corporal). En el Estado, en un lapso de veinte años, entre 1961 y 1980, el número de cabezas de ganado bovino producido de forma tradicional se redujo cerca de un 50%, de 283 mil a 144,700 (Martínez-Balboa, 1981). Hasta la fecha el ganado bovino no ha recuperado sus poblaciones, llegando a un máximo de 157,744 cabezas en 2012 y descendiendo nuevamente a 145,715 cabezas en 2014 (SAGARPA, 2014).

2.2 Casos de Éxito de Manejo Holístico en el Mundo y en México.

El beneficio del manejo holístico para mantener la productividad y rentabilidad del ecosistema, ha sido registrado durante muchos años en áreas ganaderas de América del Sur, América del Norte, África, Australia, partes de Europa y Asia (Teague *et al.*, 2009, 2013)

En el manejo holístico, algunos rancheros cercan el terreno dividiéndolo en varios potreros, y otros, utilizan pastores que controlan el tiempo de pastoreo dentro de cada sitio, dejando al ganado durante más tiempo en sitios que requieren mayor impacto animal. Sanjari *et al.* (2010) encontraron que potreros pequeños con tiempos de recuperación más largos, incrementaba la cobertura del suelo cuando se manejaban de forma holística, comparándolo con un manejo extensivo.

Teague *et al.* (2004) realizaron una investigación para evaluar si el manejo holístico reduce el deterioro del manejo extensivo durante una sequía (1995-2000) en un área experimental en el centro-norte de Texas. Encontraron que en los años de baja precipitación, había menor porcentaje de suelo desnudo y los pastos perennes presentaban un área basal mayor en sitios con manejo holístico que en sitios con manejo extensivo. La conclusión de esa investigación estableció que el manejo holístico no previno el deterioro de la vegetación, pero si bajó la tasa del mismo.

En el mismo sitio experimental, Teague *et al.* (2010) analizaron la recuperación del suelo y la vegetación en parcelas inducidas a incendios controlados durante el verano. Las parcelas con manejo holístico tuvieron 10-12% de suelo desnudo, mientras que una de las parcelas con manejo extensivo, incrementó el suelo desnudo hasta 27%; esto implica una mayor tasa de infiltración y menor erosión mediante el manejo holístico. De igual manera, los sitios con manejo holístico presentaron temperaturas del suelo más bajas, debido a que la cobertura vegetal protege el suelo de los rayos solares. Las temperaturas elevadas del suelo tuvieron efectos negativos sobre la evaporación, retención de nutrientes y funciones biológicas, afectando la adecuada función del ecosistema. Al mismo

tiempo, la concentración de C y la proporción de C:N, resultaron más elevadas en sitios con manejo holístico.

Teague *et al.* (2011) realizaron un estudio comparativo de diferentes tipos de manejo del ganado, entre los que compararon: el pastoreo holístico, pastoreo continuo ligero, pastoreo continuo intensivo y un sitio de exclusión, para cuantificar su efecto sobre la vegetación y los suelos. Los resultados indicaron que la vegetación presentó mayor abundancia de pastos altos en los sitios de exclusión y de manejo holístico, y un mayor porcentaje de suelos desnudos en el sitio con pastoreo continuo intensivo.

Por su parte, en los análisis de suelo, los sitios con manejo holístico y el sitio de exclusión resultaron tener mayor estabilidad de agregados del suelo, mayor contenido de materia orgánica, mayor capacidad de intercambio catiónico, mayor tasa de hongos/bacterias y menor resistencia de la penetración del suelo, en contraste con los sitios de pastoreo continuo. Todas estas condiciones son características de un suelo sano, donde un mayor contenido de materia orgánica retiene más humedad, facilita la infiltración y mejora la aireación. Esto promueve un mejor desarrollo radicular, incrementa la capacidad de intercambio catiónico que pone en disponibilidad nutrimentos para el desarrollo de las plantas. A nivel ambiental, controla la erosión y secuestra carbono. Los microorganismos como los hongos y las bacterias ayudan en la producción de materia orgánica promoviendo la fertilidad de los suelos (Bohn *et al.*, 2001).

En México, el Rancho La Inmaculada ubicado en el municipio de Pitiquito, Sonora, lleva más de 20 años practicando manejo holístico en sus tierras y obteniendo resultados positivos. De 1975 a 1978 el gobierno promovió el desarrollo ganadero bajo el Plan Nacional de Desmontes, donde las 2,675 hectáreas del rancho (Figura 2) fueron desmontadas. Con el manejo holístico la vegetación se ha ido recuperando, incrementando la capacidad de carga (ha Unidad Animal⁻¹) del sitio de 40 ha UA⁻¹ a 8 ha UA⁻¹, y el porcentaje de suelo cubierto de 23% a 63%. (Villarruel e Ibarra, 2004).

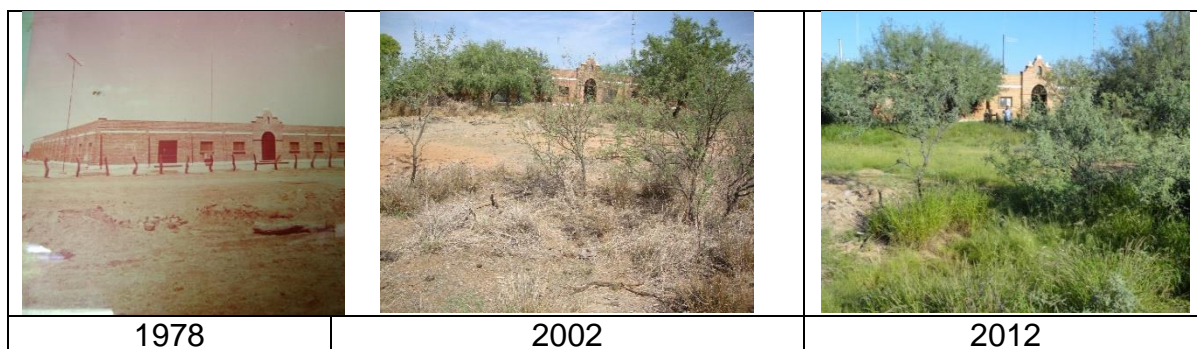


Figura 2. Rancho La Inmaculada en diferentes años.

2.3 Antecedentes de la Región del Cabo y Sierra Cacachilas.

La Región del Cabo ha estado bajo el impacto de la ganadería desde su introducción por los jesuitas en el año de 1596, y se fue desarrollando a mediados del siglo XVIII, considerándose una de las principales actividades socioeconómicas; ésta se desarrollaba mediante el aprovechamiento del ganado “cimarrón” o de campo, y del ganado doméstico manejado por los rancheros en los alrededores de los centros mineros (Martínez Balboa, 1981).

Hoy en día, la actividad ganadera en la región es de forma extensiva, donde durante la temporada seca, el 42% de los rancheros mantienen al ganado encerrado para brindarles complementos alimenticios. El ganado en su mayoría proviene de raza criolla, y en menor porción cruza con cebú y pardo suiza (Martínez Balboa, 1981; Arriaga y Cancino, 1992)

Arriaga y Cancino (1992) reportaron una carga animal de 9.1 ha UA⁻¹ en la selva baja caducifolia de la Región del Cabo, mientras que los índices de COTECOCA recomiendan 30 ha UA⁻¹ año⁻¹ para este tipo de vegetación, estos números reflejan un sobrepastoreo perceptible.

Arriaga *et al.* (2014) realizaron un experimento excluyendo el ganado de un área por diez años, y comparándolo con otro sitio bajo el impacto del ganado. En el área con impacto encontraron mayor temperatura de la superficie del suelo, mayor contenido de arena, nitratos, hierro y menor pH, afectando la disponibilidad de la

humedad del suelo y cambiando los ciclos biogeoquímicos. En cuanto a la vegetación, en el área de exclusión encontraron una mayor riqueza y diversidad, un incremento en altura y densidad de tallos, y una mayor cobertura de árboles, arbustos, trepadoras y herbáceas.

En Sierra Cacachilas, en 1857, la “Compañía Unida de Minas de La Baja California” empezó a extraer minerales. De tal actividad surgieron las minas de San Rafael, El Chivato y Las Canoas (Figura 3), entre otras, donde trabajaban habitantes del pueblo de Cacachilas, llegando a una población de más de 200 habitantes; hoy en día solo quedan vestigios (ISC, 2015).



Figura 3. (A) Rancho Las Canoas en la época minera (1800's) y (B) en el presente, donde solo quedan vestigios.

En los alrededores de la Sierra Cacachilas, ranchos como La Cuesta, Gaspareño, y Dos Hermanos, entre otros, han tenido una fuerte presión ganadera en el ecosistema. En 2011, Rancho Cacachilas inició un proyecto de conservación con el apoyo de Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), cercando alrededor de 50 hectáreas, con el propósito de excluir el ganado para recuperar el hábitat. Para diciembre del 2014, el rancho empezó un plan estratégico de manejo holístico del ganado, con la asesoría del Instituto Savory bajo la tutela de Iván Aguirre del Rancho La Inmaculada, con el fin de restaurar el hábitat. Empezó el proyecto con 42 cabezas de ganado criollo, con el propósito de incrementar el hato y utilizar mayores extensiones de la Sierra. En el presente trabajo, se evaluaron las respuestas iniciales del hábitat inducidas mediante un sistema de manejo holístico

del ganado vacuno, utilizado como medio para la rehabilitación y mejoramiento del suelo y el ecosistema en general. Este proyecto podrá servir de base para una ganadería económica y ecológicamente sustentable para zonas áridas como la Región del Cabo de Baja California Sur.

3. JUSTIFICACIÓN

La ganadería es la actividad humana con mayor repercusión en los ecosistemas terrestres a nivel mundial, acelera los procesos de desertificación afectando el ciclo del agua, el ciclo de los nutrientes y la biodiversidad. En Baja California Sur, la principal producción ganadera es de libre pastoreo o extensiva, ésta compacta los suelos y sobrepastorea los sitios de mayor preferencia, de esta manera, disminuyen los nutrientes del suelo y la biomasa vegetal.

El Manejo Holístico descrito por Savory, se ha utilizado en diferentes partes del mundo como una alternativa para la producción ganadera con beneficio para los ecosistemas. Con el impacto animal regulado, moviendo los animales al lugar y en el momento adecuado, y dándole el reposo necesario al sitio, la ganadería holística ha incrementado los nutrientes del suelo, recuperando la humedad, favoreciendo el crecimiento de las plantas, y regresando al ciclo natural de los nutrientes y del agua.

Un manejo holístico adecuado, con una buena planeación de pastoreo, respetando los tiempos de descanso de los potreros, y una buena administración (rotación) del ganado, podría tener un impacto eco-sistémico, económico y social positivo. Este manejo puede resultar en una alternativa de ganadería sustentable para el Estado, dejando a la ganadería tradicional (extensiva) en el pasado. En este trabajo se evalúan las respuestas iniciales del hábitat como resultado del manejo holístico, donde se espera un incremento de los compuestos nitrogenados (nitros, nitritos y amonio) y de la materia orgánica (humus) del suelo; con lo cual se producirá un incremento en la biomasa y dominancia vegetal.

4. HIPÓTESIS

Los cambios iniciales en el ecosistema mediante el manejo holístico de la ganadería en la Sierra Cacachilas, Región del Cabo, B. C. S., corresponderán principalmente al incremento de carbono y nitrógeno en el suelo, lo cual se verá reflejado en el aumento de la dominancia y biomasa vegetal disponible para el ganado como forraje.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Registrar los efectos iniciales del manejo holístico sobre la estructura y composición del suelo y la vegetación, contrastándolos con el manejo tradicional del ganado vacuno en una zona de transición entre matorral sarcocaulé y selva baja caducifolia de la Región del Cabo, BCS, en tres temporadas diferentes: previo al efecto del pastoreo del ganado, posterior al efecto del pastoreo y posterior a la época de crecimiento (término de la época de lluvias).

5.2 Objetivos Particulares

1. Caracterización del hábitat.
2. Determinación de la palatabilidad de especies vegetales, biomasa disponible y capacidad de carga.
3. Análisis de los parámetros físico-químicos del suelo.

6. ÁREA DE ESTUDIO

6.1 Área de Estudio.

La Sierra Cacachilas se localiza en el Municipio de La Paz, Baja California Sur, entre las bahías de La Paz y El Sargento, en la porción noreste de la Región del Cabo; entre las coordenadas $24^{\circ} 01' 03.74''$ y $24^{\circ} 08' 42.18''$ de Latitud Norte y $110^{\circ} 01' 34.50''$ y $110^{\circ} 05' 29.20''$ de Longitud Oeste, abarcando terrenos montañosos con una elevación máxima de 1270 m.s.n.m. y llanuras aluviales que van desde los 500 m.s.n.m. hasta la costa (Figura 4).

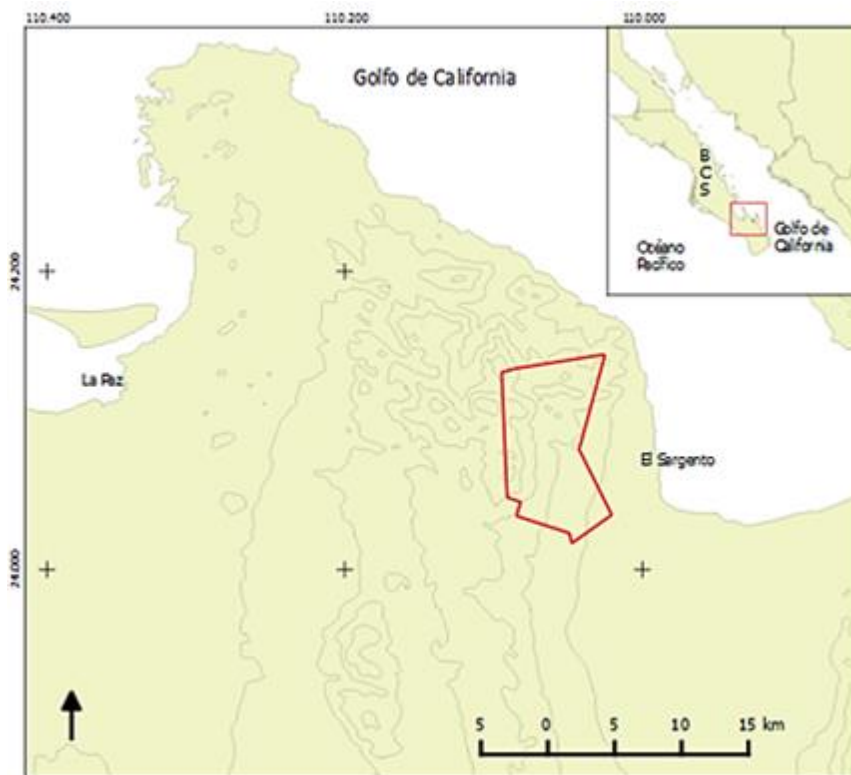


Figura 4. Localización del área de estudio.

6.2 Sitios de Muestreo

Las parcelas de estudio se encuentran entre los $24^{\circ} 01' 26.83''$ y $24^{\circ} 04' 43.09''$ Latitud Norte y los $110^{\circ} 02' 47.78''$ y $110^{\circ} 04' 2.51''$ Longitud Oeste, a una altura de 310 – 430 m.s.n.m.. El sitio de exclusión colinda con el Rancho Dos Hermanos, entre las estribaciones de la Sierra y las llanuras aluviales ($24^{\circ}04'16.90''$ N y $110^{\circ}03'41.98''$ O). La parcela de Manejo Holístico está ubicada en la Mesa del Metal ($24^{\circ}03'06.15''$ N y $110^{\circ}03'18.96''$ O), y la parcela de Manejo Tradicional se encuentra al oeste del Rancho Gaspareño ($24^{\circ}01'40.06''$ N y $110^{\circ}03'14.53''$ O), ambas situadas en llanuras aluviales (Figura 5).

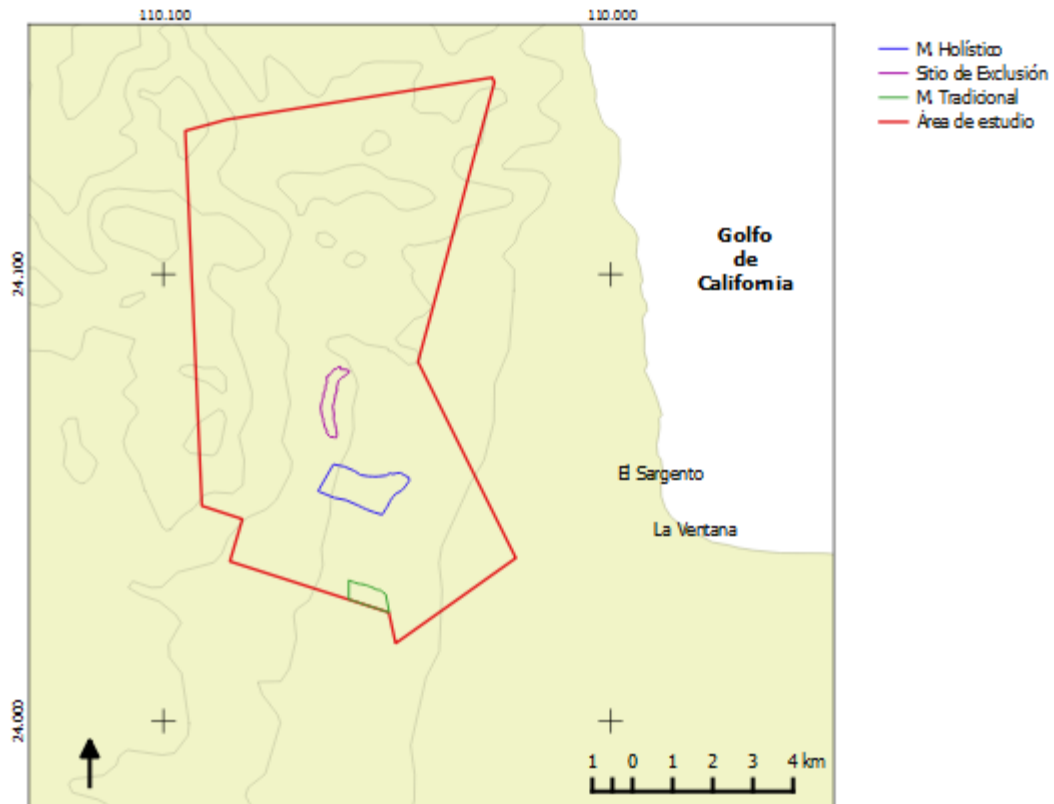


Figura 5. Ubicación de las parcelas de estudio con los tres tipos de manejo.

6.3 Tipos de Suelos

Los suelos que conforman la Sierra Cacachilas son de textura gruesa con superficie pedregosa. En las partes altas de la Sierra el suelo predominante es clasificado como *leptosol lítico eútrico esquelético*, caracterizado como suelo poco profundo con una saturación de bases mayor al 50% y con muchos fragmentos de roca. En algunos sitios la roca se encuentra a una profundidad menor a 10 cm.

En la zona de lomeríos hacia las estribaciones de la Sierra se encuentran *regosoles*, suelos poco desarrollados, con muchos fragmentos de roca y con profundidades de 10 a 25 cm, hasta 50 cm de profundidad en algunos sitios. En las llanuras aluviales se presentan *fluvisoles calcáricos esqueléticos*, suelos característicos de arroyo, muy pedregosos en la superficie y contienen carbonatos de calcio. También se encuentran *cambisoles* muy arenosos y profundos, de colores claros y con poco contenido de materia orgánica (INEGI, 2014).

6.4 Geología

Aranda y Pérez (1988) en un estudio de la geología de los alrededores de La Paz, incluyendo las regiones del Istmo de La Paz, La Giganta y Los Cabos, reportaron una frontera estructural formada por una serie de fallas nombradas como “Falla de La Paz”, que divide a la parte sureña de la península en dos grandes provincias geológicas. En esta falla que corresponde al Valle de La Paz, del lado norponiente afloran rocas volcánicas y sedimentarias del Cenozoico, y en el suroriente predominan afloramientos de rocas cristalinas correspondientes al Cretácico y están cubiertas parcialmente por sedimentos del Cenozoico.

El área de estudio comienza con una secuencia sedimentaria de edad desconocida, compuesta por lutitas, areniscas, y carbonatos, la cual posteriormente sufrió una deformación severa y una metamorfosis durante el Cretácico Tardío. Al mismo tiempo del metamorfismo se colocaron cuerpos

intrusivos de composición intermedia (95 Ma) que fueron perjudicados por las fallas que produjeron rocas miloníticas con estructuras de flujo marcadas.

Las rocas más antiguas que afloran forman parte del "Complejo Cristalino de La Paz". Estas rocas afloran en la Sierra de Las Cruces y en una serie de lomeríos bajos situados en sus estribaciones occidentales. En el área se encuentran tonalitas y granodioritas deformadas que fueron intrusionadas por magma granítico (~94 Ma) que originó al "Granito Sierra de Las Cruces". También afloran granitos, rocas gabroicas sin deformación aparente y metasedimentos (Aranda y Pérez, 1988).

En la sección norte de la región se encuentran las Sierras de Las Cruces, La Trinchera y El Novillo, y los Valles de La Paz y de San Juan de los Planes; su orientación general ha sido interpretada como una sucesión de pilares y fosas tectónicas. La Sierra de Las Cruces colinda con Sierra Cacachilas que se extiende desde el mar de Cortés hasta una altitud de 1,270 m.s.n.m. en el Cerro El Puerto, con un patrón de drenaje característico de rocas cristalinas que se considera muy influenciado por los juegos de fracturas que cortan a las rocas graníticas. Esta sierra fue formada por fallamiento de bloques y constituye un pilar tectónico.

La Sierra Cacachilas se encuentra en la parte norteña de la cadena montañosa San Lázaro, una formación granítica que se extiende hacia el sur en las sierras El Novillo, de la Trinidad y de la Laguna (Figura 6). Las rocas de la zona son de estructura porfírica y de color rosado debido a su contenido de feldespatos. Son rocas muy fracturadas y alteradas, atravesadas por vetas intrusivas de feldespatos ortoclasa, cuarzo y en menor proporción de micas, disgregándose con facilidad. En los lomeríos de la sierra se presentan materiales de desagregación, tobas, arenas y grandes bloques desprendidos del macizo principal. El conjunto montañoso de San Lázaro ha pasado por una serie de cambios del nivel del mar, debido a las glaciaciones, donde se encuentran restos de moluscos marinos a alturas de 600 m.s.n.m.

Arroyo de La Barrosa, uno de los principales arroyos de Sierra Cacachilas nace en las faldas del Cerro El Puerto y desemboca en la Bahía de La Paz. En él se

encuentran rocas de origen granítico y riolítico, esto comprueba que la Sierra del Novillo y Sierra Cacachilas son dos unidades geológicas en contacto (Aranda y Pérez, 1988).

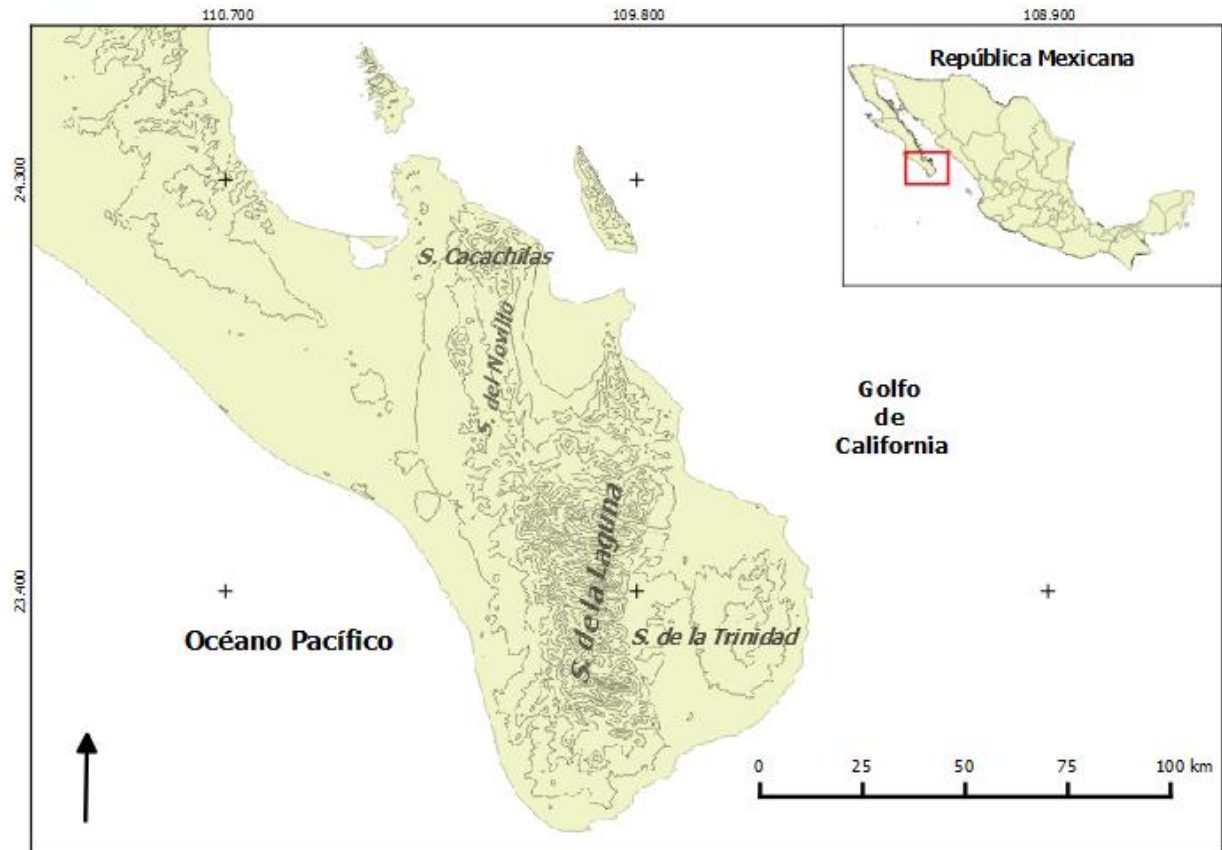


Figura 6. Cadena Montañosa de San Lázaro, Región del Cabo, B.C.S.

6.5 Hidrología

La Sierra Cacachilas se encuentra en la Cuenca de La Paz ubicada en la Región Hidrológica No. 6, está conformada por las subcuencas El Cajoncito, La Huerta, La Ardilla, La Palma y el Novillo. En la sierra no hay ríos con flujo superficial permanente debido a las bajas precipitaciones, pero no obstante, se encuentran arroyos de forma intermitente originados en las partes altas de la Sierra que desembocan en el mar. Todas las subcuencas ayudan en la recarga del acuífero

de La Paz, La subcuenca de El Novillo se encuentra en la zona con mayor captación pluvial por infiltración representando hasta 47% de la recarga del acuífero de La Paz, seguido por la subcuenca La Palma con 22%, El Cajoncito (10%), La Huerta (8%), La Ardilla (7%) y el 6% restante son de escurrimientos menores (Carrillo-Guerrero, 2010).

6.6 Clima

En la Región del Cabo, durante los meses de julio y octubre entran las tormentas tropicales oceánicas con fuertes lluvias conocidas como “chubascos”, éstas son responsables de 70% a 80% de la precipitación anual. El resto de las lluvias se distribuyen en los meses de invierno y se les nombran “equipatas”. La mayoría de la precipitación es captada por las sierras mientras que en las parte más bajas a menudo reciben vientos fuertes pero raramente lluvia (Rebman, 2012). Por ello, en las partes más altas de la Región la precipitación promedio anual supera los 600 mm mientras que en la costa es menor a 200 mm (Ortiz-Ávila, 1999). Existen años donde no se presentan las lluvias, donde en el pasado se han presentado sequias de hasta cuatro años seguidos (Rebman, 2012).

Con base en la carta de climas 1:1'000 000 de INEGI, en la Sierra Cacachilas se presentan 3 tipos de clima debido a sus variaciones altitudinales. En las partes más altas de la Sierra (arriba de los 1000 m) el clima es semiárido, templado, con una temperatura media anual entre 12°C y 18°C. En invierno las temperaturas oscilan entre -3°C y 18°C, y en verano la temperatura del mes más caliente es menor a 22°C, con una precipitación anual mayor a 600 mm. En el resto de la Sierra el clima es árido, semi-cálido, con una temperatura media anual entre 18°C y 22°C y recibe una precipitación anual de 300 a 450 mm. En las llanuras aluviales hasta la costa el clima es cálido y seco con una temperatura media anual mayor a los 22°C, y con una precipitación menor a los 200 mm (León de la Luz, 2014; INEGI, 2014).

6.7 Vegetación

En la Sierra Cacachilas, el Matorral Sarcocaulle domina las llanuras aluviales; a mayor altura en las estribaciones montañosas inicia la Selva Baja Caducifolia; y en las partes más altas existen relictos de bosque de encino *Quercus tuberculata* (INEGI, 2014; Rebman, 2012).

El Matorral Sarcocaulle se encuentra desde el nivel del mar hasta los 400 m de altitud. Lo conforman arbustos semi-suculentos como: torote rojo (*Bursera microphylla*), lomboy blanco (*Jatropha cinerea*) y ciruelo cimarrón (*Cyrtocarpa edulis*); plantas suculentas como cholla (*Cylindropuntia cholla*), cardón (*Pachycereus pringlei*), pitaya dulce (*Stenocereus thurberi*) y pitaya agria (*Stenocereus gummosus*); plantas arborescentes como palo verde (*Parkinsonia florida*), cacachila (*Karwinskia humboldtiana*) y mezquite amargo (*Prosopis articulata*).

La Selva Baja Caducifolia representa los bosques tropicales secos de Baja California Sur, tiene un rango altitudinal entre 400 m.s.n.m. y 1100 m.s.n.m. Su vegetación es muy rica en especies, con una abundancia de formas arbóreas como palo blanco (*Lysiloma candidum*), ocote (*Gochnatia arborescens*), chilicote (*Erythrina flabeliformes*) y guayparin (*Diospyros californica*); y de plantas trepadoras como San Miguelito (*Antigonon leptopus*), yuca (*Merremia aurea*) y guerequi (*Ibervillea sonora*) (León de la Luz, 2014; Rebman, 2012).

7. MÉTODOS

7.1 Manejo Holístico en Rancho Cacachilas

El manejo holístico del ganado en el Rancho Cacachilas consiste en dos turnos de pastoreo supervisados por dos vaqueros por turno, el primer turno de pastoreo se realiza de las 7:00 a las 13:00 horas, y el segundo de las 15:00 a las 19:00 horas, con un descanso de dos horas entre ambos turnos para que el ganado pueda tomar agua y rumiar en la sombra en las horas más cálidas del día. El ganado es guardado en corraletas móviles, colocadas en sitios que requieran mayor impacto animal, y donde predomina el suelo desnudo, dejándolas como máximo siete días por sitio, para evitar sobre-compactar el suelo. En los pastoreos los vaqueros mantienen al ganado concentrado y en constante movimiento para asegurar el suficiente impacto animal en cada sitio, donde el ganado va rompiendo las costras superficiales, orinando, defecando y cubriendo el suelo con mantillo o residuos vegetales (hojarasca) para disminuir el porcentaje de suelo desnudo.

7.2 Caracterización del hábitat.

Para evaluar la vegetación, se utilizó el método de líneas de intercepción (Mostacedo y Fredericksen, 2000), donde se colocaron 14 líneas de 25 m de longitud de forma perpendicular a la pendiente de la sierra, con una separación de 100 m entre ellos. Se registraron las especies que cayeran sobre la línea, la longitud de la línea interceptada en forma directa (I), y la forma de vida (pasto, herbácea, arbusto, árbol, suculenta o trepadora). Con esta información se obtuvo la frecuencia relativa, dominancia relativa y abundancia relativa de cada especie; con estas variables se obtuvo el Índice de Valor de Importancia.

Frecuencia relativa (Mostacedo y Fredericksen, 2000):

$$Frecuencia_a = \left(\frac{\sum i_a}{\sum i_t} \right) \times 100 \quad (1)$$

Donde:

i_a = número de intervalos que ocupa una especie.

i_t = número total de intervalos

Dominancia relativa (Matteucci y Colma, 1982):

$$Dominancia_a = \left(\frac{\sum c_a}{\sum c_t} \right) \times 100 \quad (2)$$

Donde:

C_a = dominancia de la sp_x en todos los transectos

C_t = dominancia total (suma de la dominancia de todos los transectos)

Abundancia relativa (Mostacedo y Fredericksen, 2000):

$$Pi = ni / N \times 100 \quad (3)$$

Donde:

ni = Número de individuos de la sp_x

N = Número total de individuos

Índice de Valor de Importancia (IVI) (Mostacedo y Fredericksen, 2000):

$$IVI = Ar + Dr + Fr \quad (4)$$

Donde:

Ar = Abundancia relativa

Dr = Dominancia relativa

Fr = Frecuencia relativa

Para obtener un tamaño mínimo de muestreo con una confiabilidad del 95% se realizó un premuestreo de 14 sitios, donde se obtuvo la desviación estándar y los valores de t de student respectivos a la abundancia de especies. Estos valores se sustituyeron en la siguiente fórmula de Cochran (Cook y Bonham, 1977):

$$n = \frac{(t)^2 * s^2}{d}, \quad d = \alpha/2 * \sqrt{\frac{S^2}{n}} \quad (5)$$

Donde,

n = número de parcelas o transectos

s^2 = varianza

d = Error estándar

t = valor de t de Student, con una confianza de 95% y con grados de libertad igual a $n-1$.

$\alpha/2 = 1.96$ con 95% de confianza

Índice de Sorensen: Este índice permite comparar la similitud de especies de plantas de los sitios muestreados, de esta manera podremos comparar la estructura de la comunidad en los diferentes tipos de manejo. La fórmula del Índice de Sorensen es la siguiente (Mostacedo y Fredericksen, 2000):

$$IS = \frac{2C}{A+B} * 100 \quad (6)$$

Donde:

IS = Índice de Sorensen

A = número de especies encontrados en sitio A

B = número de especies encontrados en sitio B

C = número de especies en común entre sitios A y B

Riqueza específica y diversidad: La riqueza específica corresponde al número de especies que se encuentran en un determinado lugar; la diversidad toma en cuenta la riqueza específica y el número de individuos de cada especie. Para calcular la diversidad se utilizó el Índice de diversidad de Shannon-Wiener (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Índice de Shannon-Wiener

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i \quad (7)$$

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

P_i = abundancia relativa de x especie

7.3 Determinación de la Palatabilidad de Especies Vegetales, Biomasa Disponible y Capacidad de Carga.

Palatabilidad: Los árboles y arbustos se caracterizaron de acuerdo a su palatabilidad con base en la experiencia personal de los vaqueros, observaciones en campo durante los pastoreos y mediante información bibliográfica (Ortiz-Ávila, 1999; Arriaga y Cancino, 1992). Las especies vegetales se clasificaron de la siguiente manera: a) no palatables: son las que evita el ganado, o raramente forrajea durante periodos críticos; b) poco palatables, de la que solo aprovechan las partes tiernas y brotes; c) Muy palatables, especies donde cualquier parte de la plantas es intensamente ramoneada.

Biomasa: Para determinar la biomasa, se dividió la vegetación en tres estratos: bajo (< 30 cm), medio (0.3-1.5 m) y alto (>1.5 m). Para obtener la biomasa del estrato bajo se colocaron dos parcelas de 2m² cada una, donde se podaron las herbáceas y los pastos menores a 30 cm en las dos áreas, uno al principio y otro a

los diez metros de la línea de intercepción, y se colocaron en bolsas de papel separadas. Posteriormente se colocaron las bolsas en una estufa de flujo a 75°C de 24 a 72 horas, hasta obtener un peso constante que equivale al peso seco.

Para la obtención de la biomasa del estrato medio se colocaron parcelas de 25 m² (5 x 5 m) y para el estrato alto de 50 m² (10 x 5 m), donde se identificaron las especies dentro de cada parcela. Posteriormente, se utilizó el método de Adelaide (Forouhbakhch, 1996), el cual consiste en tomar una rama que se le denomina unidad de mano, esta rama debe de ser representativa en forma y en cobertura foliar de la especie. Se realiza un recorrido alrededor de la planta y se mide cuantas veces cabe la unidad de mano en cada uno de los individuos dentro de la parcela. Cada unidad de mano se coloca en una bolsa de papel diferente con su respectiva etiqueta, para posteriormente colocarlas en una estufa de flujo a 75°C hasta obtener su peso seco.

Para obtener la biomasa seca se utilizó la siguiente fórmula (Forouhbakhch, 1996):

$$\text{Biomasa total sp}_x = P_{s_x} * n \quad (8)$$

Donde:

P_{s_x} = peso seco de la especie x .

n = las veces que cupo la unidad de mano de la especie x dentro de la parcela.

Capacidad de carga: La capacidad de carga se entiende como el número de hectáreas que pueden alimentar a una unidad animal. Se define una unidad animal (UA), a una vaca adulta de 450 kg con su becerro (menor a 7 meses). Para calcular la capacidad de carga de un sitio, se debe de tomar en cuenta la biomasa de las especies palatables por área y de estas especies que cantidad de forraje en realidad está disponible para los animales. En las zonas áridas, debido a la presencia de las espinas que impide forrajear las partes internas y a que en la muestra de mano tomada la mitad es consumida y la otra mitad no, por lo tanto del

total del peso encontrado se divide entre cuatro, resultando que solo el 25% de cada planta está disponible para su consumo. Los rumiantes consumen 3% de su peso en materia seca por día, es decir, para una UA el consumo de forraje diario equivale a 13.5 kg de materia seca (SAGARPA, 2014).

$$CCA = \frac{\Sigma(MUAE \times FU)}{RUA} \quad (9)$$

Donde:

CCA = capacidad de carga

MUAE = biomasa por hectárea de cada especie

FU = disponibilidad del forraje

RUA = Consumo por UA

7.4 Análisis de los Parámetros Físico-químicos del Suelo.

Análisis físico-químicos: Dentro de cada tratamiento se tomaron 15 muestras de ~1 kg de la capa superficial del suelo (0-5 cm de profundidad) en zonas de suelo desnudo para evitar el efecto de las islas de recursos (parches de vegetación) y se colocaron en bolsas de plástico. Todas las muestras se recolectaron en sitios relativamente planos para prevenir los efectos de la pendiente sobre los aspectos físico-químicos del suelo. Los análisis se realizaron en el laboratorio de Edafología del CIBNOR acreditado por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación.

El procedimiento consiste en secar las muestras al aire a temperatura ambiente. Una vez secas, se rompen los agregados con un mazo de hule y se tamizan a 2 mm, posteriormente se realizan los análisis físicos y químicos.

Los análisis físicos son textura, conductividad eléctrica (CE) y pH, que sirven para obtener una caracterización general del suelo. La textura está constituida por las

diferentes concentraciones de arenas (2.0-0.02 mm), limos (0.02-0.002 mm) y arcillas (<0.002 mm); para evaluar este parámetro, se utilizó un Autoanalizador Laser Horiba LA-950V2 con el cual se determina la distribución de tamaños de partículas. La CE, que mide en forma indirecta el contenido de sales del suelo, se obtuvo con el método de la aplicación del conductivímetro por sensor descrito por Jackson *et al.* (1982). Para analizar el pH se aplicó el método AS-02 de la NOM-021-SEMARNAT-2000 aplicando la Norma que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.

Los parámetros químicos analizados fueron materia orgánica, y nitrógeno en amonio, en nitratos y en nitritos. La concentración de nitrógeno en amonio se cuantificó con el método de Solórzano (1969). El nitrógeno en nitratos y en nitritos se determinó con el método de Strickland y Parsons (1972). La materia orgánica indica el contenido de carbono orgánico que se encuentra en el suelo, para este parámetro se empleó el método AS-07 de la NOM-021-SEMARNAT-2000 (Walkley y Black, 1934).

Infiltración: Para medir la infiltración, se utilizó un infiltrómetro, el cual consiste en un tubo de acero que se enterró 5 cm en el suelo, posteriormente se colocó un cierto volumen de agua (300 ml) y se registró el tiempo en el que se absorbió. Como resultado se obtuvo la infiltración del suelo, que en este caso se midió en ml hora⁻¹. Con este método se determinó la permeabilidad o drenaje del suelo, parámetro que está condicionado por la estructura, textura y porosidad del mismo. La estructura y porosidad del suelo se pueden ver afectadas por el efecto de compactación que provoca el constante pisoteo del ganado.

7.5 Análisis Estadístico

Para analizar el efecto del pastoreo entre los tres tipos de manejo, se utilizó una prueba de t de Student con el software estadístico InfoStat (versión 2008). De igual manera, se empleó una prueba de t de Student pareada para analizar cada

manejo de manera individual entre las diferentes temporadas: previo al efecto del pastoreo, posterior al efecto del pastoreo y al final de la temporada de crecimiento (después de las lluvias). Ambas pruebas estadísticas analizaron los cambios en las medias de cada tipo de manejo a través del tiempo para detectar si existe algún cambio significativo.

8. RESULTADOS

8.1 Caracterización del hábitat.

El primer muestreo, previo al efecto del pastoreo holístico, se realizó en el mes de marzo de 2015. Posteriormente (posterior al efecto del pastoreo) se realizó el segundo muestreo, durante el mes de mayo de 2015; y el tercer muestreo se realizó en noviembre del 2015, después del período de lluvias. En ese año, considerado como “Año Niño”, se presentaron en forma esporádica, lluvias débiles, moderadas e intensas, durante los meses de julio a noviembre. En el Rancho Gaspareño, cercano al área de manejo tradicional, se registró una precipitación anual de 217.2 mm, y en el Rancho Dos Hermanos, situado entre el sitio de manejo holístico y el sitio de exclusión, fue de 198.9 mm (datos de los pluviómetros del rancho). En el Anexo 2, se presenta el listado de especies vegetales y formas de vida registradas en los tres tipos de manejo, y en el Anexo 3 se incluyeron imágenes del estudio.

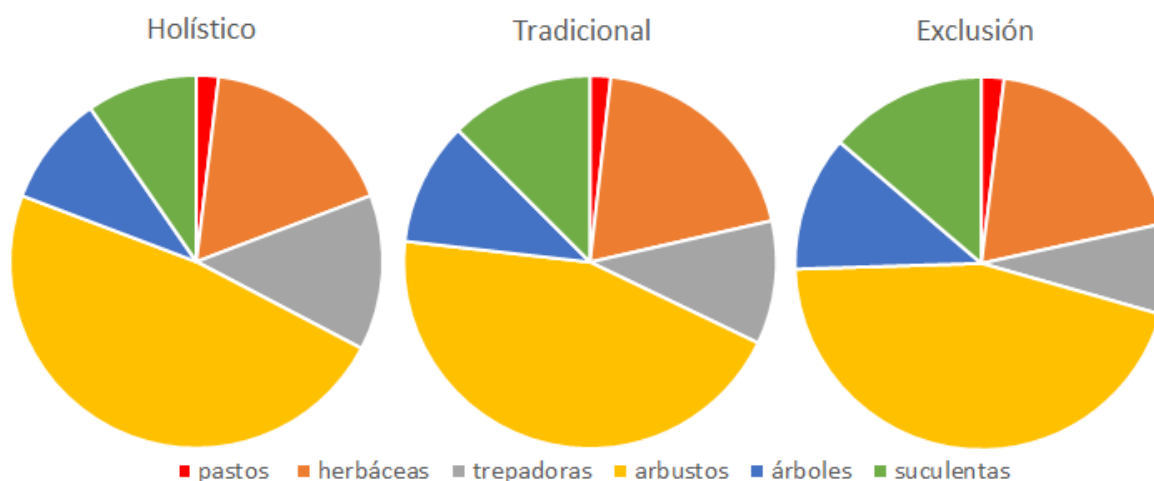
8.1.1 Riqueza Específica, Diversidad e Índice de Similitud.

En el manejo holístico se identificaron 58 especies, pertenecientes a 44 géneros y 24 familias, con una diversidad de Shannon-Wiener de 2.7 (Tabla I). Para el manejo tradicional se registraron 63 especies, 48 géneros y 26 familias, con una diversidad de 2.4; y en el sitio de exclusión se encontraron 59 especies, 41 géneros y 23 familias, con una diversidad de 2.7.

Tabla I. Riqueza específica y diversidad en los tres tipos de manejo.

	Holístico	Tradicional	Exclusión
Especies	58	63	59
Géneros	44	48	41
Familias	24	26	23
D. Shannon-Wiener	2.7	2.4	2.7

Las especies vegetales se clasificaron en cinco formas de vida (Figura 7): pastos (P), herbáceas (H), arbustos (AB), árboles (AR), suculentas (S) y trepadoras (T). La proporción de las diferentes formas de vida en el manejo holístico fue de 1.9% pastos, 17.3% herbáceas, 48.1% arbustos, 9.6% árboles, 9.6% suculentas y 13.5% trepadoras. En el manejo tradicional se registraron 1.8% pastos, 19.6% herbáceas, 44.6% arbustos, 10.7% árboles, 12.5% suculentas y 10.7% trepadoras. En el sitio de exclusión se encontraron 2.0% pastos, 19.6% herbáceas, 45.1% arbustos, 11.8% árboles, 13.7% suculentas y 7.8% trepadoras.

**Figura 7.** Porcentaje de las formas de vida en los tres tipos de manejo

El Índice de similitud de Sorensen (Tabla II) entre los diferentes tipos de manejo a nivel de familia fue, de 89.4% para el sitio de manejo holístico y el de manejo tradicional; 78.1% para el sitio de manejo holístico y el de exclusión; y 71.4% entre el sitio de exclusión y el de manejo tradicional. A nivel de especie el índice de similitud fue de 72.7% entre el sitio de manejo holístico y el de manejo tradicional; 73.5% entre el sitio de manejo holístico y el de exclusión; y de 72.1% entre el sitio de manejo tradicional y el de exclusión.

Tabla II. Índice de similitud de Sorensen entre los tres tipos de manejo.

	Holístico y Tradicional	Holístico y Exclusión	Tradicional y Exclusión
Familia	89.3%	78.1%	71.4%
Especie	72.7%	73.5%	72.1%

8.1.2. Abundancia

En el presente estudio se registraron en total 3598 individuos en el sitio de manejo holístico, 2882 en el de manejo tradicional y 2390 en el de exclusión. Las familias con mayor abundancia se presentan en la Tabla III, estas representan el 66.9% de las especies en el manejo holístico; 58.3% en el manejo tradicional y 55.2% en el sitio de exclusión. Otras familias que resultaron abundantes, pero en menor proporción, fueron: Polygonaceae, Malvaceae, Burseraceae, Fouquieriaceae y Cactaceae.

Tabla III. Abundancia relativa de las familias más representativas en los tres tipos de manejo.

Familia	Holístico	Tradicional	Exclusión
Euphorbiaceae	47.6	38.9	22.9
Acanthaceae	5.4	4.8	12.3
Asteraceae	2.5	1.6	12.2
Fabaceae	9.5	11.1	4.3
Anacardiaceae	2.0	1.9	3.5
Total (%)	66.9	58.3	55.2

En los tres tipos de manejo (Figura 8) las herbáceas presentaron una mayor abundancia que el resto de las formas de vida, las especies más representativas fueron: *Euphorbia polycarpa* y *Pectis multisetata*; seguidas por arbustos, como *Jatropha cinerea*, *Jatropha cuneata*, *Ruellia californica*, *Euphorbia californica* y *Caesalpinia californica*. En menor proporción se encontraron árboles, suculentas y trepadoras. Los árboles más abundantes fueron *Cyrtocarpa edulis* y *Bursera microphylla*; de las suculentas fueron *Cylindropuntia choya* y *Stenocereus gummosus*; y las trepadoras se ven representadas principalmente por *Antigonon leptopus*, *Phaseolus filiformes* y *Cardiospermum corindum*.

En el manejo holístico, *E. polycarpa* se encontró en mayor abundancia, representando el 33.9% del total de las especies, seguida por *J. cinerea* con 8.0%. En el manejo tradicional, *E. polycarpa* se presentó en 29.3% y en menor proporción *C. californica*, *J. cinerea* y *R. californica*, con un total de 13.1%. En el sitio de exclusión, la especie de mayor abundancia fue *R. californica* (11.9%), seguida por las herbáceas *P. multisetata* (10.2%) y *E. polycarpa* (9.1%), y en menor porcentaje *J. cinerea* (7.0%).

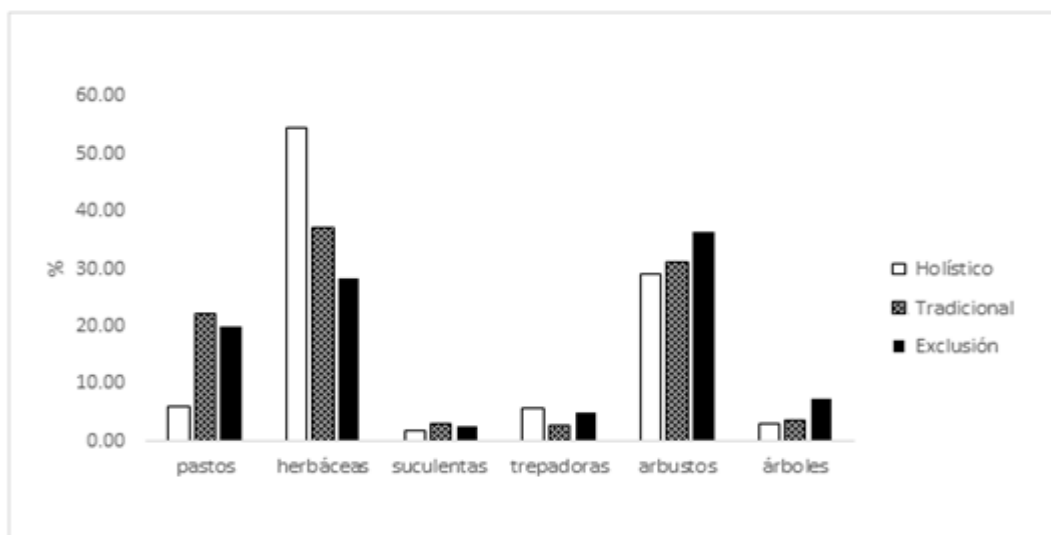


Figura 8. Abundancia relativa de las formas de vida en los tres tipos de manejo.

8.1.3 Dominancia

La familia Euphorbiaceae fue la más dominante en los tres tipos de manejo, presentándose en mayor porcentaje las especies *J. cinerea*, *J. cuneata*, *E. polycarpa* y *E. californica*, y en menor proporción, *Euphorbia lomelii*, *Cnidoscolus angustidens* y *Adelia virgata*. Las cinco familias dominantes (Tabla IV) representaron el 77.7% de los individuos en el manejo holístico, 74.6% en el manejo tradicional y 71.4% en el sitio de exclusión.

Tabla IV. Dominancia relativa de las familias dominantes en los tres tipos de manejo.

	Holístico	Tradicional	Exclusión
Euphorbiaceae	40.9	29.7	27.7
Fabaceae	13.1	18.6	8.0
Anacardiaceae	9.6	7.5	11.6
Acanthaceae	9.2	9.2	14.6
Burseraceae	5.0	9.6	9.5
Total (%)	77.7	74.6	71.4

Las familias que siguieron en orden de importancia fueron Fouquieriaceae (3.5%), Cactaceae (2.7%) y Celastraceae (1.8%) en el manejo holístico; Cactaceae (3.7%), Rhamnaceae (3.7%) y Lamiaceae (3.2%) en el manejo tradicional; y en el sitio de exclusión fueron Fouquieriaceae (4.0%), Asteraceae (3.8%) y Polygonaceae (3.3%).

Las formas de vida dominantes (Figura 9) en los tres tipos de manejo fueron los arbustos, cuyas especies representativas fueron *E. californica*, *J. cinerea*, *J. cuneata*, *Fouquieria diguetii*, *R. californica* y *C. californica*. Los árboles dominantes fueron *C. edulis*, *B. microphylla* y *Lysiloma candida*. En menor proporción se encontraron las herbáceas *E. polycarpa* y *P. multisetia*, y de las trepadoras *Antigonon leptopus*.

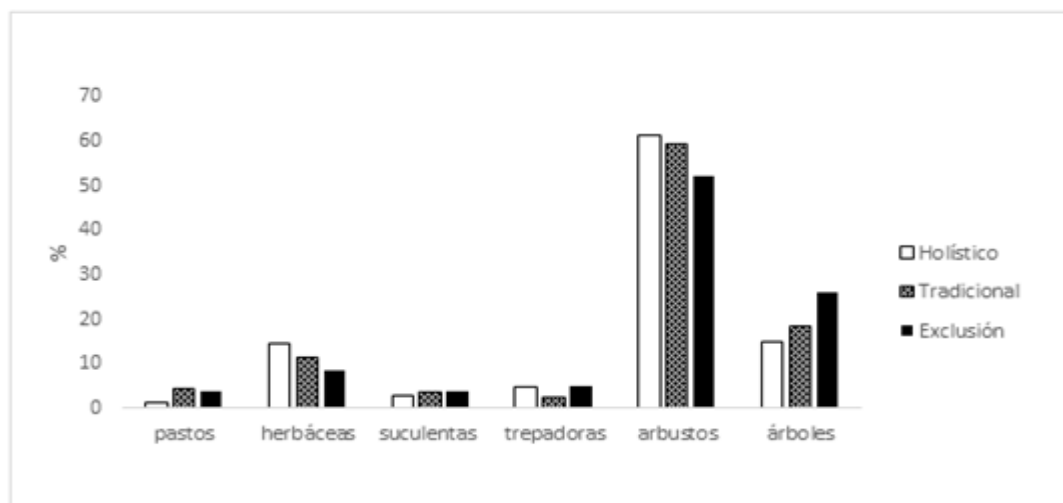


Figura 9. Dominancia relativa de las formas de vida en los tres tipos de manejo.

8.1.3.1. Fluctuaciones Temporales de la Dominancia

Estrato bajo: Los valores de la media de la dominancia de pastos (Tabla V) disminuyeron de manera significativa en el sitio de manejo tradicional (8.2%) y en el de exclusión (4.6%) posterior al efecto del pastoreo, y en menor grado en el de manejo holístico (1.7%). En la temporada de crecimiento (Tabla VI) hubo un

incremento significativo en los valores de la media en el manejo holístico (2.4%) y en el sitio de exclusión (5.0%), mientras que en el manejo tradicional siguió disminuyendo (1.1%) de manera significativa debido al pastoreo continuo.

Tabla V. Porcentaje de cambios de dominancia en la temporada posterior al efecto del pastoreo en estrato bajo.

Formas de vida	Holístico	Tradicional	Exclusión
Pastos	-1.7	-8.2	-4.6
Herbáceas	-10.1	-15.0	-18.8
Trepadoras	-3.0	-2.6	-7.9

Las herbáceas (Tabla V) presentaron una disminución significativa en la dominancia posterior al pastoreo en todos los tipos de manejo, presentando una diferencia en las medias de 10.1% en el manejo holístico, 15.0% en el manejo tradicional y 18.8% en el sitio de exclusión. En la temporada de crecimiento (Tabla VI), el manejo holístico se mantuvo estadísticamente igual, mientras que en el manejo tradicional y en el sitio de exclusión se presentaron incrementos significativos, 19.5% y 9.9% respectivamente.

La dominancia de las trepadoras (Tabla V) disminuyó de manera significativa en la temporada posterior al efecto del ganado en el manejo holístico (3.0%) y en el sitio de exclusión (7.9%), y en menor grado en el manejo tradicional (2.6%). En la temporada de crecimiento (Tabla VI) hubo un incremento significativo en los tres tipos de manejo: 3.7% en el manejo holístico, 3.8% en el manejo tradicional y 5.7% en el sitio de exclusión.

Tabla VI. Porcentaje de cambios de dominancia en la temporada de crecimiento en el estrato bajo.

Formas de vida	Holístico	Tradicional	Exclusión
Pastos	2.4	-1.1	5.0
Herbáceas	-4.0	19.5	9.9

Trepadoras	3.7	3.8	5.7
------------	-----	-----	-----

Estrato medio y alto: Los árboles y los arbustos se analizaron de acuerdo a su palatabilidad. Los valores medios de dominancia de árboles y arbustos (Tabla VII) presentaron un descenso significativo en los tres tipos de manejo posterior al efecto del pastoreo: 19.0% en el manejo holístico, 21.5% en el manejo tradicional y 15.9% en el sitio de exclusión. Durante la temporada de crecimiento, en el manejo holístico y en el sitio de exclusión los valores se mantuvieron estadísticamente iguales, -5.2% y -3.5%, mientras que en el manejo tradicional se presentó un incremento significativo de 19.3%.

Tabla VII. Porcentaje de cambios de dominancia en arbustos/árboles (estrato medio y alto).

Temporada	Holístico	Tradicional	Exclusión
Posterior	-19.0	-21.5	-15.9
Crecimiento	-5.2	19.3	-3.5

En cuanto a las especies no palatables, hubo un descenso significativo en las medias del manejo tradicional (7.5%) y en el sitio de exclusión (14.3%) posterior al efecto del pastoreo (Tabla VIII). En el manejo holístico los valores se mantuvieron estadísticamente igual a través de todas las temporadas. En la temporada de crecimiento se incrementaron las medias de manera significativa en el manejo tradicional (5.9%) y en el sitio de exclusión (6.4%) (Tabla IX).

Tabla VIII. Porcentaje de cambios de dominancia en la temporada posterior al efecto del pastoreo en estrato medio y alto.

Palatabilidad	Holístico	Tradicional	Exclusión
No palatables	-6.8	-7.5	-14.3
Poco palatables	-6.0	-7.8	-5.7
Muy palatables	-6.2	-6.3	-7.2

Las especies poco palatables presentaron una disminución débil en los valores de la media posterior al efecto del pastoreo (Tabla VIII) en el manejo holístico (6.0%) y en el sitio de exclusión (5.7%), mientras que en el manejo tradicional (7.7%) la disminución fue estadísticamente significativa. En la temporada de crecimiento (Tabla IX) todos los tipos de manejo se mantuvieron estadísticamente iguales.

Las especies muy palatables presentaron una disminución mínima en sus medias posterior al efecto del pastoreo (Tabla VIII): en el manejo holístico de 6.2% y en el manejo tradicional de 6.3%; mientras que en el sitio de exclusión, tal disminución fue significativa (7.2%). En la temporada de crecimiento (Tabla IX) no se presentó ningún cambio en la dominancia en el manejo holístico y en el sitio de exclusión, mientras que en el manejo tradicional se incrementó la media de la dominancia (10.7%).

Tabla IX. Porcentaje de cambios de dominancia en la temporada de crecimiento en el estrato medio y alto.

Palatabilidad	Holístico	Tradicional	Exclusión
No palatables	-1.5	5.9	6.4
Poco palatables	-3.9	2.7	0.2
Muy palatables	0.2	10.7	1.1

Las medias de dominancia total (Tabla X), es decir, la suma de todas las formas de vida, disminuyó de manera significativa posterior al efecto de pastoreo del ganado en todos los tipos de manejo: 35.5% en el manejo holístico, 49.3% en el manejo tradicional y 59.6% en el sitio de exclusión. En la temporada de crecimiento la dominancia se mantuvo estadísticamente igual en el manejo holístico, mientras que en el manejo tradicional (42.0%) y en el sitio de exclusión (27.4%) se incrementó de manera significativa.

Tabla X. Porcentaje de cambios de dominancia total.

Temporada	Holístico	Tradicional	Exclusión
Posterior	-35.5	-49.3	-59.8
Crecimiento	-5.0	42.0	27.4

8.1.4 Frecuencia Relativa

Las familias que se encontraron con mayor frecuencia en los tres tipos de manejo (Tabla XI) representaron el 60.4% de los individuos en el sitio de manejo holístico, 58.4% en el de manejo tradicional y 55.9% en el de exclusión. Las especies más frecuentes de la familia Fabaceae fueron *Acacia goldmanii* y *C. californica*; de la familia Acanthaceae, *Justicia californica* y *R. californica*; la familia Cactaceae estuvo representada por *Cylindropuntia choya* y *Stenocereus gummosus*. En menor proporción se encontraron las familias Anacardiaceae con *C. edulis* y Burseraceae con *B. microphylla*.

Tabla XI. Frecuencia relativa de las familias más representativas en cada tipo de manejo.

Familia	Holístico	Tradicional	Exclusión
Euphorbiaceae	23.9	22.9	23.8
Fabaceae	13.2	15.1	10.5
Acanthaceae	8.6	5.2	7.4
Cactaceae	6.1	8.1	4.4
Anacardiaceae	4.7	3.9	4.9
Burseraceae	4.0	3.1	4.9
Total (%)	60.4	58.4	55.9

En el manejo holístico otras familias frecuentes fueron: Celastraceae (3.1%) y Lamiaceae (3.1%); en el manejo tradicional Lamiaceae (3.9%) y Rhamnaceae (3.2%); y en el sitio de exclusión Fouquieriaceae (4.8%) y Asteraceae (5.7%).

La Figura 10 muestra la frecuencia relativa de las diferentes formas de vida en los tres tipos de manejo, siendo los arbustos los más frecuentes, con *Hyptis laniflora*, *E. californica*, *R. californica* y *C. californica*. Otros arbustos frecuentes fueron *J. californica*, *Turnera diffusa*, *A. goldmanii*, *Melochia tomentosa*, *Fouquieria diguetii* y *Colubrina viridis*. Las herbáceas más frecuentes fueron *E. polycarpa* y *P. multisetata*. En menor proporción se encontraron los árboles *C. edulis* y *B. microphylla*; las trepadoras *C. corindum* y *A. leptopus*; y las suculentas *C. choya* y *S. gummosus*.

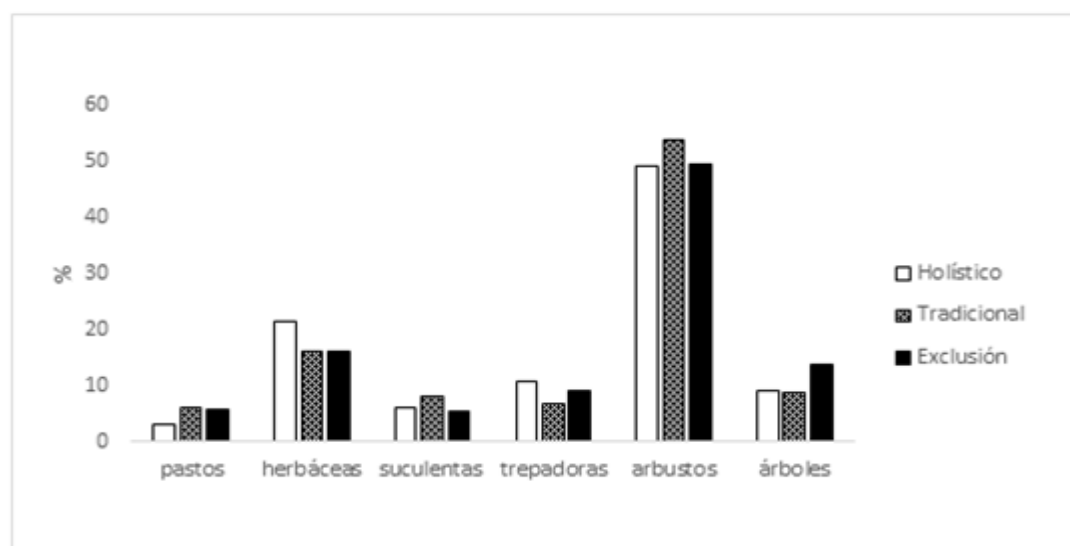


Figura 10. Frecuencia relativa de formas de vida en los tres tipos de manejo.

8.1.5 Índice de Valor de Importancia.

El Índice de Valor de Importancia es equivalente a la suma de abundancia, dominancia y frecuencia relativas. Las familias más representativas de los tres tipos de manejo (Tabla XII) contienen el 71.8% de todas las especies en el manejo

holístico, 67.7% en el manejo tradicional y 66.4% en el sitio de exclusión (Anexo 2).

Tabla XII. Índice de Valor de Importancia (IVI) de las familias más representativas en los tres tipos de manejo.

Familia	Holístico	Tradicional	Exclusión
Fabaceae	37.9	43.5	26.7
Cactaceae	10.5	14.7	9.1
Euphorbiaceae	112.3	90.9	74.4
Asteraceae	5.0	5.4	21.0
Burseraceae	30.3	14.5	13.0
Acanthaceae	23.4	19.8	34.2
Anacardiaceae	15.9	14.2	20.0

El Índice de Valor de Importancia de las formas de vida se presenta en la Figura 11, donde las especies arbustivas más representativas fueron *R. californica*, *J. cuneata*, *J. cinerea*, *C. californica* y *C. arenosa*; las herbáceas fueron representadas por *E. polycarpa* y *P. multisetata*; y los árboles por *B. microphylla* y *C. edulis*; y por último, una trepadora, *A. leptopus*. Dentro del manejo holístico estas diez especies representaron el 53.6% del total de individuos, 50.2% en el manejo tradicional y 51.4% en el sitio de exclusión.

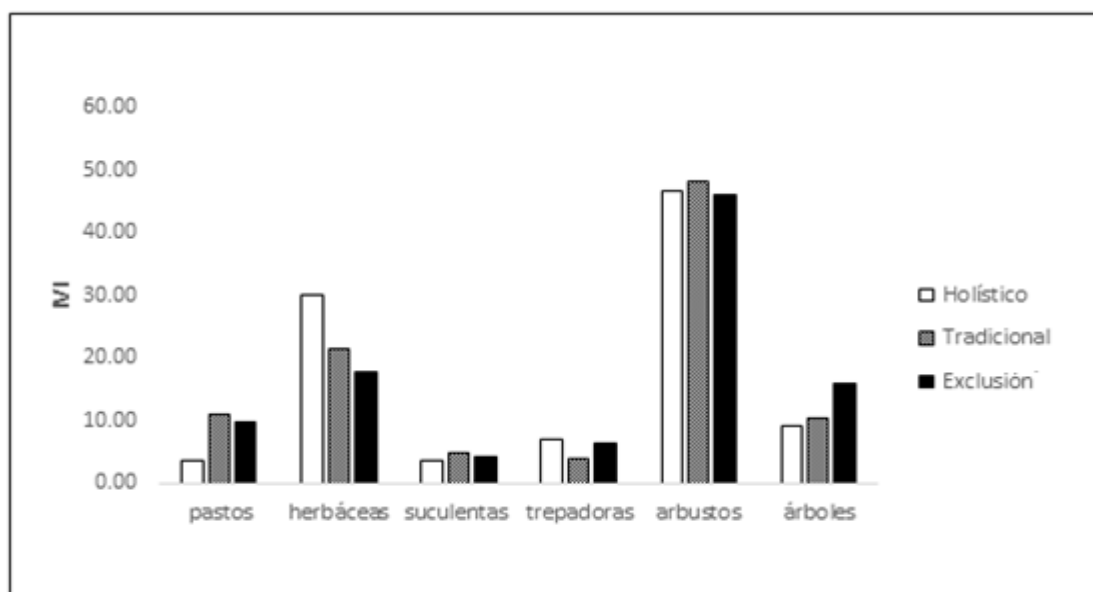


Figura 11. Índice de Valor Importancia de las formas de vida en los tres tipos de manejo.

8.2. Palatabilidad de Especies Vegetales, Biomasa Disponible y Capacidad de Carga.

8.2.1 Palatabilidad

La Tabla XIII presenta las especies identificadas en el área de estudio de acuerdo a su grado de palatabilidad. De las 42 especies de árboles y arbustos encontrados en los tres tipos de manejo, y de acuerdo a revisión de literatura, referencias de los rancheros locales y observación directa durante el estudio, se consideraron 7 no palatables (no fueron consumidas por los animales), 12 poco palatables (solo consumen partes tiernas y brotes) y 23 muy palatables (consumen cualquier parte de la planta).

Tabla XIII. Palatabilidad de las especies presentes en los tres tipos de manejo.

No palatables	Poco palatables	Muy palatables
<i>Sebastiania bilocularis</i>	<i>Gossypium sp.</i>	<i>Gossypium davidsoni</i>
<i>Euphorbia californica</i>	<i>Erythrina flabelliformis</i>	<i>Justicia californica</i>
<i>Jatropha cinerea</i>	<i>Bourreria sonora</i>	<i>Bursera filicifolia</i>
<i>Jatropha cuneata</i>	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	<i>Turnera diffusa</i>
<i>Ruellia californica</i>	<i>Ebenopsis confinis</i>	<i>Polygala apopetala</i>
<i>Castela peninsularis</i>	<i>Hyptis laniflora</i>	<i>Adenophyllum speciosum</i>
<i>Bursera odorata</i>	<i>Fouquieria diguetii</i>	<i>Krameria pauciflora</i>
	<i>Colubrina viridis</i>	<i>Melochia tomentosa</i>
	<i>Adelia virgata</i>	<i>Cordia brevispicata</i>
	<i>Krameria parvifolia</i>	<i>Solanum hindsianum</i>
	<i>Mimosa xantii</i>	<i>Hibiscus ribifolius</i>
	<i>Diospyros intricata</i>	<i>Gochnatia arborescens</i>
		<i>Esenbeckia flava</i>
		<i>Lysiloma candida</i>
		<i>Acacia goldmanii</i>
		<i>Caesalpinia arenosa</i>
		<i>Caesalpinia sp.</i>
		<i>Parkinsonia florida</i>
		<i>Holographis virgata</i>
		<i>Bahiopsis deltoidea</i>
		<i>Bursera microphylla</i>
		<i>Cardiospermum corindum</i>
		<i>Caesalpinia californica</i>

Las especies no palatables con mayor Índice de Valor de Importancia fueron *J. cinerea* y *R. californica*, que en conjunto abarcan 17.9% del IVI en el manejo holístico, 12.0% en manejo tradicional y 20.3% en el sitio de exclusión. Las especies poco palatables más importantes fueron *C. edulis* y *F. diguetii*, sumando el 7.6% del IVI en el manejo holístico, 6.0% en el manejo tradicional y 10.2% en el sitio de exclusión. Las especies muy palatables, *C. arenosa* y *C. californica* fueron

las más importantes en los tres tipos de manejo, representando 7.1% en el manejo holístico, 9.5% en el manejo tradicional y 4.1% en el sitio de exclusión (Figura 12).

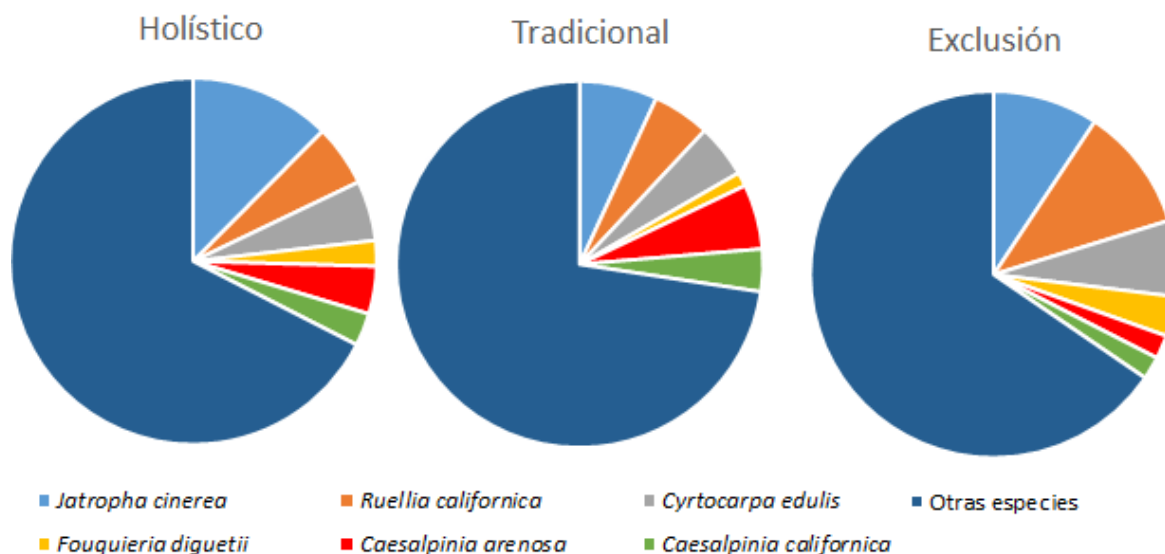


Figura 12. Porcentaje del Índice de Valor de Importancia de las especies de acuerdo a su palatabilidad.

8.2.2 Biomasa

En la Figura 13, se presentan las variaciones de la biomasa durante las tres temporadas de muestreo. Previo al pastoreo, el estrato bajo representó el mayor porcentaje en los tres tipos de manejo: holístico 83.0%, tradicional 88.6% y en el sitio de exclusión 89.9%.

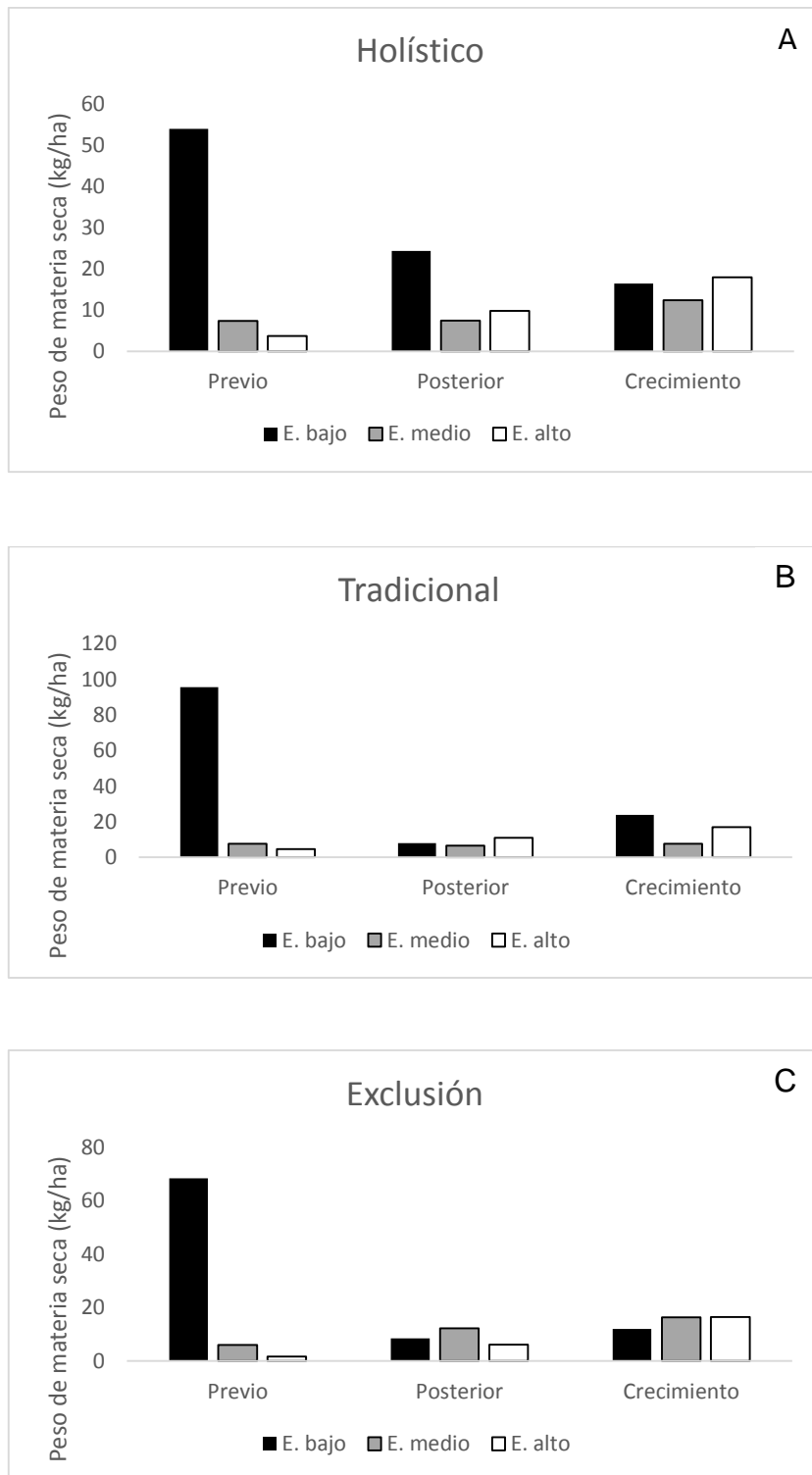


Figura 13. Biomasa registrada por estrato en las tres temporadas de muestreo: (A) manejo holístico, (B) manejo tradicional, (C) sitio de exclusión.

8.2.2.1 Fluctuaciones Temporales de la Biomasa

El estrato bajo (Tabla XIV), se recuperó en la temporada de crecimiento en los tres tipos de manejo: 30.4% en el manejo holístico, 25.0% en el manejo tradicional y 17.6% en el sitio de exclusión. El estrato bajo se conforma de pastos y herbáceas, los primeros tuvieron un crecimiento estadísticamente significativo de 21.8% en el manejo holístico, 2.4% en el manejo tradicional y de 15.3% en el sitio de exclusión. Por su parte, las herbáceas presentaron un crecimiento estadísticamente significativo de 32.7% en el manejo holístico, 73.3% en el manejo tradicional y 19.1% en el sitio de exclusión.

Tabla XIV. Porcentaje de recuperación de la biomasa del estrato bajo en la temporada de crecimiento.

Forma de vida	Holístico	Tradicional	Exclusión
Pastos	21.8	2.4	15.3
Herbáceas	32.7	73.3	19.1
Total	30.4	25.0	17.6

En el estrato medio (Tabla XV) la biomasa se recuperó en la temporada de crecimiento en los tres tipos de manejo: 67.8% en el manejo holístico, 14.2% en el manejo tradicional y 68.5% en el sitio de exclusión. Por su parte, el estrato alto (Tabla XV) se recuperó 219.4% en el manejo holístico, 130.3% en el manejo tradicional y 592.0% en el sitio de exclusión.

Tabla XV. Porcentaje de recuperación de la biomasa del estrato medio y alto en la temporada de crecimiento.

Estrato	Holístico	Tradicional	Exclusión
Medio	67.8	14.2	68.5
Alto	219.4	130.3	592.0

Tanto el estrato medio como el estrato alto están conformados por especies arbustivas y arbóreas, que se clasificaron en especies no palatables, poco

palatables y muy palatables. Las especies no palatables, presentaron un incremento en biomasa durante la temporada de crecimiento en los tres tipos de manejo: 168.4% holístico, 190.9% tradicional y 171.3% en el sitio de exclusión. Las especies poco palatables presentaron un incremento de 173.7% en el manejo holístico, 120.0% en el manejo tradicional y de 240.0% en el sitio de exclusión. Las especies vegetales muy palatables incrementaron en biomasa en los tres tipos de manejo: 200.0% manejo holístico, 109.4% manejo tradicional y 128.1% en el sitio de exclusión (Tabla XVI).

Tabla XVI. Porcentaje de crecimiento de la biomasa vegetal en la temporada de crecimiento.

Palatabilidad	Holístico	Tradicional	Exclusión
No palatables	168.4	190.9	171.3
Poco palatables	173.7	120.0	240.0
Muy palatables	200.0	109.4	128.1

Los valores de biomasa total disminuyeron posterior al efecto del ganado en los tres tipos de manejo. El manejo holístico perdió menor biomasa, donde le quedó el 63.8% de la biomasa total, seguido por el sitio de exclusión con 35.5% y finalmente el manejo tradicional con 23.9%. En la temporada de crecimiento, se recuperó la biomasa total en los tres tipos de manejo (no se recuperó por completo), donde el manejo holístico presentó el 71.9% de su biomasa inicial, seguido por el sitio de exclusión con 59.0% y finalmente el manejo tradicional con 45.1% (Tabla XVII).

Tabla XVII. Porcentajes de biomasa total posterior al efecto del ganado y durante la temporada de crecimiento.

Temporada	Holístico	Tradicional	Exclusión
posterior	63.8	23.9	35.5
crecimiento	71.9	45.1	59.0

8.2.3 Capacidad de Carga.

La fluctuación temporal de la biomasa disponible, repercutió en la capacidad de carga del hábitat en cada tipo de manejo. La Figura 14 muestra la capacidad de carga en número de hectáreas necesarias para satisfacer los requerimientos alimenticios de una unidad animal (UA).

Previo al pastoreo, la capacidad de carga registrada fue de 78.9 ha UA⁻¹ en el manejo holístico; 47.6 ha UA⁻¹ en el manejo tradicional; y 68.0 ha UA⁻¹ en el sitio de exclusión. En la temporada posterior al pastoreo, incrementó en los tres tipos de manejo: 154.3 ha UA⁻¹ en el manejo holístico, 251.6 ha UA⁻¹ en el manejo tradicional y 313.9 ha UA⁻¹ en el sitio de exclusión. Durante la temporada de crecimiento de las plantas (época de lluvias) incrementó la capacidad de carga en los tres tipos de manejo: 160.1 ha UA⁻¹ en el manejo holístico, 133.4 ha UA⁻¹ en el manejo tradicional y 201.7 ha UA⁻¹ en el sitio de exclusión.

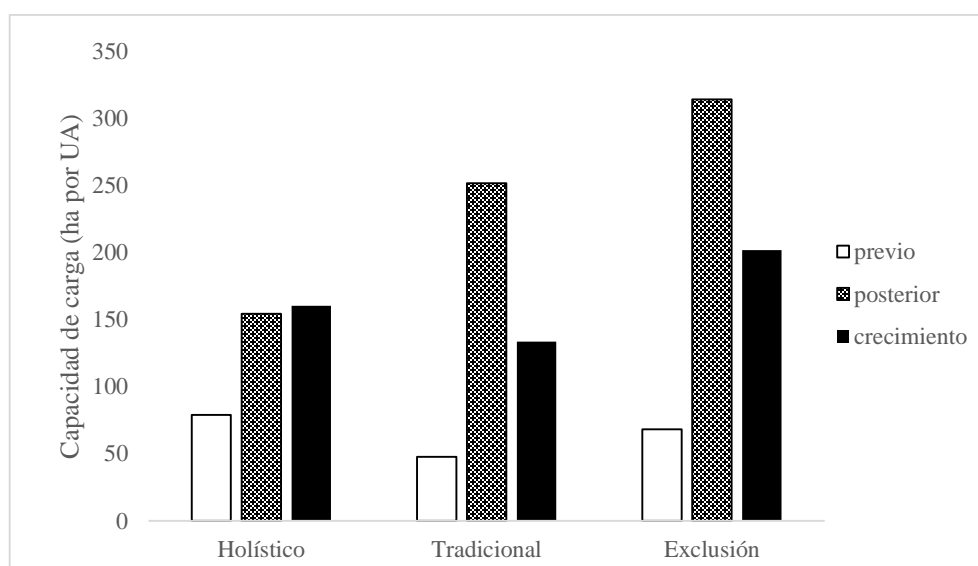


Figura 14. Capacidad de carga en las tres temporadas de muestreo.

8.3 Parámetros Físico-químicos del Suelo.

Las 15 muestras de suelo recolectadas en cada tipo de manejo (holístico, tradicional y sitio de exclusión) se tomaron en las áreas de muestreo de vegetación. Los valores fisicoquímicos obtenidos en el laboratorio se presentan en el Anexo 1.

La textura del suelo en los tres tipos de manejo, estuvo representada en orden de importancia por arena, limo y contenidos muy bajos de arcillas (Tabla XVIII).

Tabla XVIII. Porcentajes de textura del suelo en los tres tipos de manejo.

Manejo	arcilla	limo	arena
Holístico	0.6	34.9	64.6
Tradicional	2.1	48.2	49.7
Exclusión	2.1	44.6	53.3

El pH se midió en la temporada previa al efecto del ganado y en la temporada de crecimiento, oscilando de 6.71 a 7.35 en los tres tipos de manejo (Figura 15). El pH en el área de manejo tradicional y en el sitio de exclusión no cambió en las dos temporadas, mientras que en el área de manejo holístico se presentó un incremento significativo de 6.71 a 7.28.



Figura 15. pH del suelo en los tres tipos de manejo.

El manejo holístico no presentó diferencias estadísticamente significativas con los otros dos tipos de manejo en cuanto a la conductividad eléctrica (C.E.), pero si las hubo entre el sitio de manejo tradicional y el sitio de exclusión. Durante todos los muestreos la C.E. se mantuvo constante en los tres tipos de manejo (Tabla XIX).

Tabla XIX. Medias de conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) de los tres tipos de manejo.

Temporada	Holístico	Tradicional	Exclusión
Previo	85.3	76.6	110.5
Crecimiento	84.3	62.9	108.1

Al comparar el contenido de materia orgánica entre los tres tipos de manejo, se encontraron concentraciones muy similares, donde las medias variaron de 1.1% a 1.6%. Al analizar cada tipo de manejo de forma individual a través del tiempo, no se encontraron diferencias significativas. En la temporada de crecimiento se presentó una tendencia de disminución en la concentración de materia orgánica en los tres tipos de manejo (Figura 16).

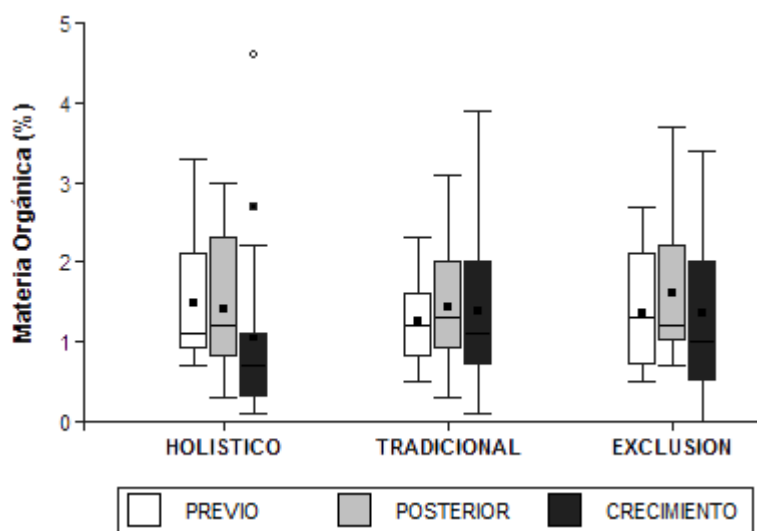


Figura 16. Porcentaje de materia orgánica del suelo en los tres tipos de manejo.

La concentración de nitrógeno en nitritos, difiere en los tres tipos de manejo previo al efecto del pastoreo, por lo que se analizó cada uno de forma individual en las diferentes temporadas. En los tres tipos de manejo, existió una tendencia en la disminución en la concentración de nitritos a través del tiempo; en el sitio de exclusión bajó 26.1%, mientras que en el manejo tradicional, la disminución fue del 50.0%, siendo este resultado estadísticamente significativo. Por su parte, en el manejo holístico solamente se redujo 11.8% (no significativo) (Figura 17).

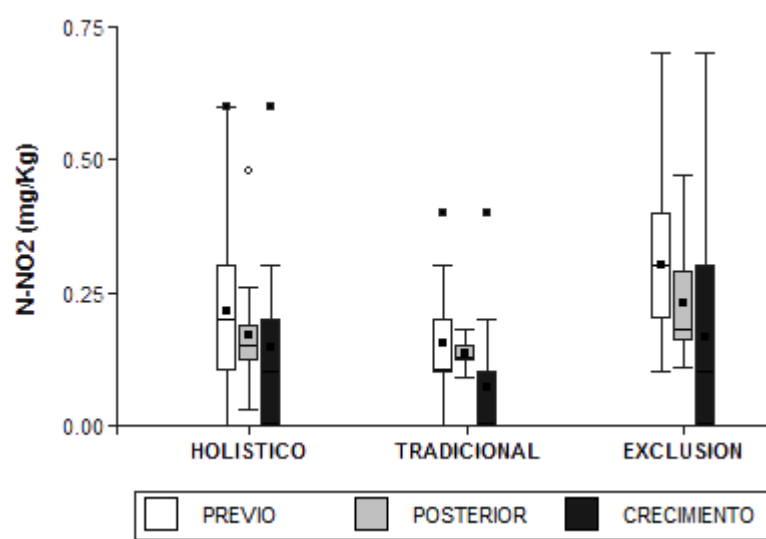


Figura 17. Contenido de nitrógeno en nitritos en los tres tipos de manejo.

La concentración de nitrógeno en nitratos en los tres tipos de manejo, son similares previo al efecto del pastoreo; en tanto que posterior al efecto del pastoreo, se presentó un incremento en los tres tipos de manejo: 8.6 mg kg^{-1} en el manejo holístico; 7.5 mg kg^{-1} en el manejo tradicional y 3.3 mg kg^{-1} en el sitio de exclusión, donde se presentaron diferencias significativas entre el sitio de exclusión y los otros dos tipos de manejo. En la temporada de crecimiento, las concentraciones de nitrógeno en nitratos disminuyeron de manera significativa en el manejo holístico (4.56 mg kg^{-1}) y en el manejo tradicional (4.42 mg kg^{-1}); mientras que en el sitio de exclusión, la concentración de nitrógeno en nitratos presentó una disminución menos importante (0.06 mg kg^{-1}) (Figura 18).

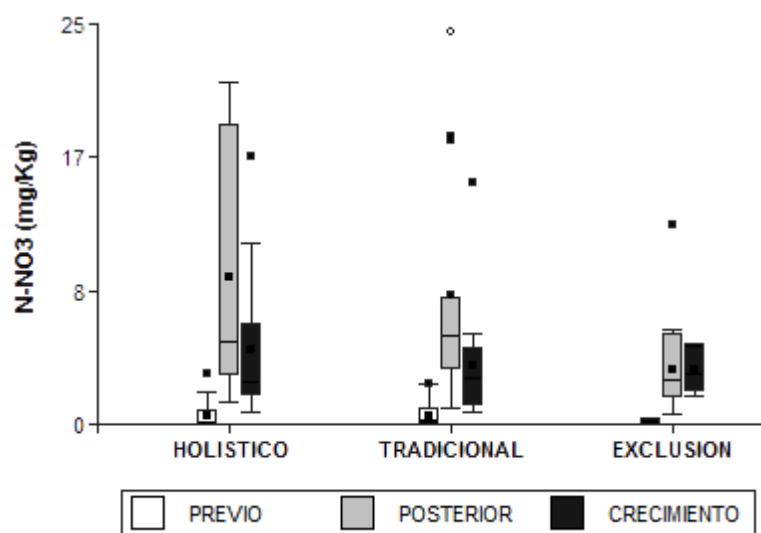


Figura 18. Contenido de nitrógeno en nitratos en los tres tipos de manejo.

La concentración de nitrógeno en amonio en los tres tipos de manejo fue similar previo al efecto del ganado. Posterior al efecto del pastoreo, el nitrógeno en amonio incrementó significativamente en los tres tipos de manejo: 4.9 mg kg^{-1} en el manejo holístico, 4.1 mg kg^{-1} en el manejo tradicional y 3.3 mg kg^{-1} en el sitio de exclusión. Durante la época de crecimiento, disminuyó de forma significativa la concentración en los tres tipos de manejo: 4.9 mg kg^{-1} en el manejo holístico, 4.4 mg kg^{-1} en el manejo tradicional y 4.6 mg kg^{-1} en el sitio de exclusión (Figura 19).

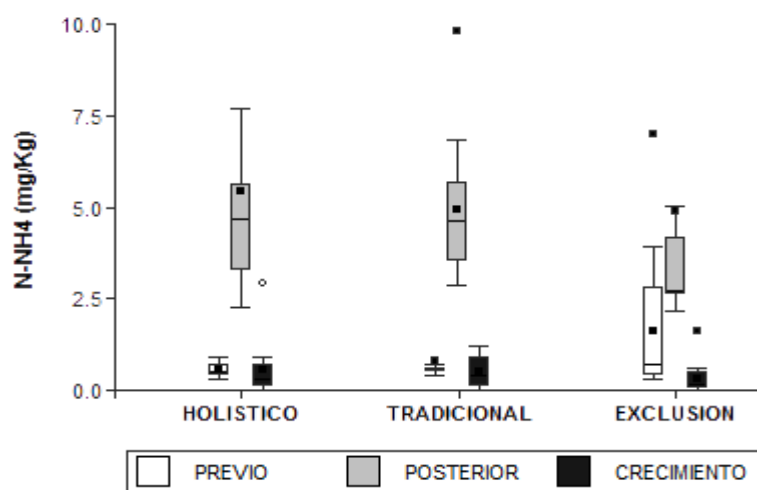


Figura 19. Contenido de nitrógeno en amonio en los tres tipos de manejo.

La suma del nitrógeno en nitratos y en amonio en el suelo, son indicadores del nitrógeno total disponible para las plantas. Al hacer una comparación entre los tres tipos de manejo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las épocas. Al analizar cada tipo de manejo en forma individual, se encontró un incremento en la concentración de nitrógeno total posterior al efecto del pastoreo, en los tres tipos de manejo: 13.5 mg kg⁻¹ en el manejo holístico, 11.6 mg kg⁻¹ en el manejo tradicional y 6.6 mg kg⁻¹ en el sitio de exclusión. Durante la época de crecimiento se presentó un descenso en las concentraciones del nitrógeno total: 9.5 mg kg⁻¹ en el manejo holístico, 8.8 mg kg⁻¹ en el manejo tradicional y un descenso de 4.6 mg kg⁻¹ en el sitio de exclusión, el cual no fue estadísticamente significativo (Figura 20).

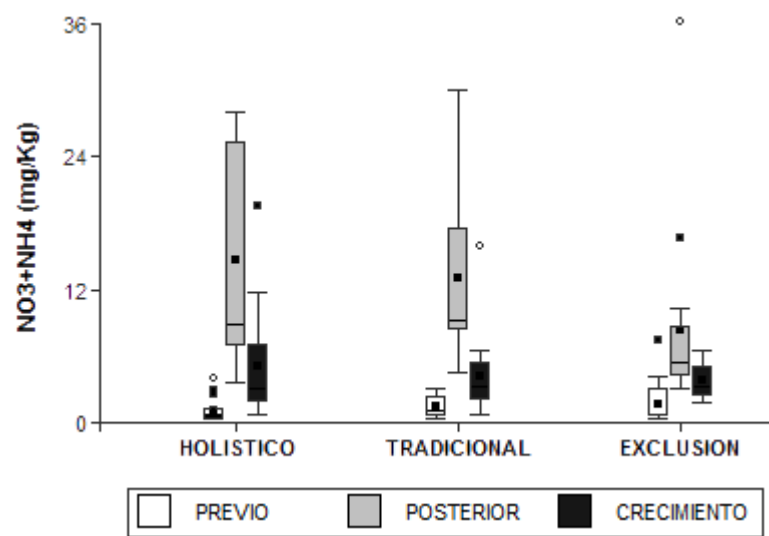


Figura 20. Contenido de nitrógeno total (NO₃ + NH₄) en los tres tipos de manejo.

La tasa de infiltración del suelo en el manejo holístico y el manejo tradicional no presentó diferencias estadísticamente significativas; mientras que el sitio de exclusión, presentó diferencias significativas con los otros dos tipos de manejo. Posterior al pastoreo, y en la temporada de crecimiento, no se presentó ningún cambio en la tasa de infiltración del suelo. Al comparar la temporada previa al efecto del pastoreo, con la de crecimiento, se observa que en los tres tipos de

manejo hubo un incremento significativo: 1748.4 ml hora⁻¹ en el manejo holístico, 2415.9 ml hora⁻¹ en el manejo tradicional y 433.5 ml hora⁻¹ en el sitio de exclusión (Figura 21).

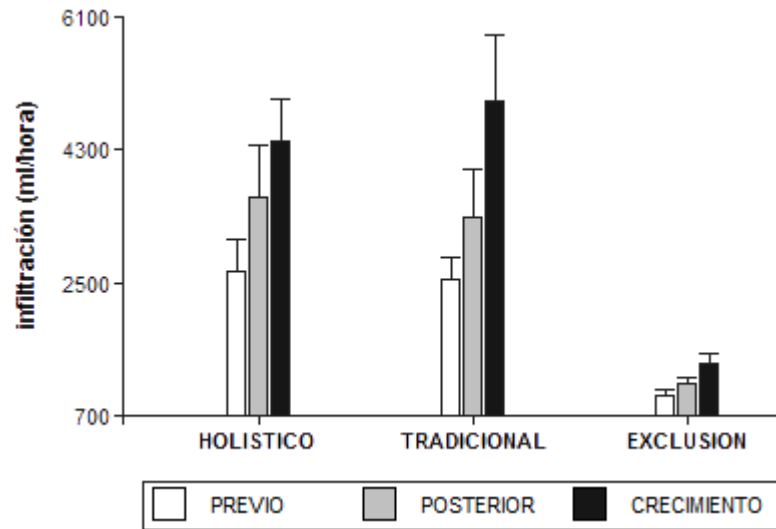


Figura 21. Infiltración (ml hora⁻¹) en los tres tipos de manejo.

9. DISCUSIÓN

En el pastoreo tradicional, el ganado vacuno selecciona y sobrepastorea las especies de mayor palatabilidad, y con el tiempo tienden a desaparecer, en consecuencia, las especies no palatables se vuelven más abundantes (Savory y Butterfield, 1999; Arriaga y Cancino, 1992; Arriaga *et al.*, 2014). Dentro del área de estudio, las especies con mayor Índice de Valor de Importancia fueron *J. cinerea* y *R. californica*, ambas especies no palatables. Esto concuerda con el trabajo de Ortiz-Ávila (1999) en Sierra la Laguna, Baja California Sur, donde las especies no palatables *Tecoma stans* (palo de arco), *Mimosa xantii* (celosa) y *J. cinerea* (lomboy) fueron las más importantes. En la misma región, Arriaga *et al.* (2014), reportan en un área con diez años de exclusión del ganado, una disminución en la cobertura de las plantas no palatables: *T. stans*, *J. cinerea* y *Karwinskia humboldtiana* (cacachila). Las tres áreas de estudio, situadas dentro de la Región del Cabo, han tenido impacto de la ganadería por más de 300 años (Lágunas-Vázquez *et al.*, 2013), por lo que las especies de menor palatabilidad predominan sobre las de mayor palatabilidad, ya que a pesar del bajo número de especies, presentaron un Índice de Valor de Importancia más alto en los tres tipos de manejo.

La dominancia o cobertura sirve como un indicador de la salud del suelo, ayuda a mejorar la infiltración, retiene mayor humedad, y por lo tanto, mejora la actividad microbiana que pone en disponibilidad los nutrimentos que promueve el crecimiento de las plantas (Sanjari *et al.*, 2010; Teague *et al.*, 2011). En cuanto a la dominancia de las especies del presente estudio, los pastos presentaron una disminución significativa en el sitio de manejo tradicional, posterior al efecto del pastoreo y durante la temporada de crecimiento, mientras que en los sitios de manejo holístico y de exclusión incrementaron. Esto se debe al pastoreo continuo, donde el ganado no permite la recuperación de la vegetación. Arriaga *et al.* (2014) reportan un incremento en la dominancia de árboles, arbustos, herbáceas y

trepadoras en un sitio con diez años de exclusión del ganado, donde la dominancia total incrementó 19.5%, mientras que en el área de manejo tradicional disminuyó 2.4%. Teague *et al.* (2011), mencionan que en el manejo holístico la presión de pastoreo es equitativa en el área, mientras que en áreas de manejo tradicional el ganado realiza una presión de pastoreo continua en sitios específicos, resultando en un sobrepastoreo y deterioro del área. De igual manera, mencionan que esta presión de pastoreo disminuye la disponibilidad de especies de pastos perennes, que son sustituidas por pastos anuales. En el presente estudio no se encontró ningún tipo de pasto perenne.

Durante la estancia de investigación realizada en Linares, Nuevo León, se comparó un área con más de veinte años bajo manejo holístico (Ejido Agua Blanca) con otra de manejo tradicional (Ejido Benítez), encontrando que la dominancia de pastos fue mucho mayor en el manejo holístico (42.4%) que en el manejo tradicional (2.4%). Estos resultados se deben a los objetivos del manejo del rancho, aparte del manejo holístico se dedican a la actividad cinegética del venado cola blanca y los espacios abiertos facilitan su avistamiento por los cazadores. En el sitio de exclusión hubo una mayor dominancia de herbáceas y arbustos, y junto con los árboles forman un dosel que no permite la presencia de pastos debido a la foto-inhibición.

La biomasa vegetal en el manejo tradicional, presentó un incremento de las herbáceas durante la temporada de crecimiento, mientras que los otros dos tipos de manejo no presentaron cambios significativos. Los hábitats perturbados detienen los procesos de sucesión (Arriaga *et al.*, 2014), por lo tanto, las plantas pioneras y las herbáceas se vuelven más abundantes. En la misma temporada, las especies poco palatables presentaron un incremento significativo en el manejo holístico y en el sitio de exclusión, mientras que en el manejo tradicional el incremento no fue significativo. En cuanto a la biomasa de las especies muy palatables durante la época de crecimiento, en el manejo tradicional y en el sitio

de exclusión presentaron un ligero incremento, mientras que en el manejo holístico se presentó un incremento significativo del 200.0%. Las especies no palatables estuvieron en constante incremento en los tres tipos de manejo durante la temporada posterior al efecto del pastoreo por el ganado y en la de crecimiento. El manejo holístico se puede adaptar para obtener las respuestas positivas que esperamos, y minimizar las negativas; en el estudio de Teague *et al.* (2011) se obtuvieron tales resultados con un pastoreo moderado y con un periodo de descanso adecuado, de tal manera que se incrementaron los pastos deseables y disminuyeron los pastos no deseables, con un aumento de la biomasa en general. En los ejidos evaluados en Linares, Nuevo León, el área de manejo holístico presentó una biomasa total mayor que el área de manejo tradicional y similar al sitio de exclusión (Tabla XX), donde se observa que los pastos predominaron debido al manejo realizado para obtener una mayor disponibilidad de forraje deseable para el ganado.

Tabla XX. Biomasa en kg ha⁻¹ de las diferentes formas de vida en un estudio en Linares, Nuevo León.

Formas de vida	Holístico	Tradicional	Exclusión
Pastos	109.7	10.4	0.8
Herbáceas	66.5	85.9	144.9
Arbustos	56.4	15.6	90.5
Árboles	82.0	60.1	149.9
Total	314.6	172.2	386.1

Al analizar la tabla XVII, durante la temporada de crecimiento, se obtuvo una recuperación de la biomasa total de 21.16% en el manejo tradicional, mientras que en el manejo holístico solo se recuperó el 8.07%. Pero, si se analiza el impacto que hubo posterior al pastoreo, el manejo holístico redujo su biomasa en un 36.20%, mientras que el manejo tradicional bajó 76.10%. Por lo tanto, durante la

temporada de crecimiento, el sitio de manejo tradicional tuvo 45.6% de su biomasa inicial, mientras que en el sitio de manejo holístico fue de 71.88%.

El índice de agostadero calculado por COTECOCA fue de 30 ha UA⁻¹ para la selva baja caducifolia, y de 45 ha UA⁻¹ para el matorral sarcocaulé (Lagunas-Vázquez *et al.*, 2013). El área de estudio se encuentra en transición entre ambos tipos de vegetación, donde se obtuvo una capacidad de carga con valores cercanos a los de COTECOCA para el sitio de manejo tradicional (47.6 ha UA⁻¹); en tanto que para el manejo holístico y el sitio de exclusión fueron mayores, 78.9 ha UA⁻¹ y 68.0 ha UA⁻¹.

En el estudio de Linares, la capacidad de carga para el matorral espinoso tamaulipeco descrita por González-Saldívar *et al.* (2014), fue de 16.3 ha UA⁻¹ en la temporada de otoño, similar a lo que se encontró en el sitio de exclusión (12.8 ha UA⁻¹) en la Unidad de Manejo y Conservación de la Vida Silvestre de la UANL. En el ejido Benítez, bajo un manejo extensivo, se encontró una capacidad de carga de 50.6 ha UA⁻¹, representando un sobrepastoreo de la vegetación, mientras que en el ejido Agua Blanca, en el Rancho San Salvador, bajo un manejo holístico, presentó una capacidad de carga de 32.6 ha UA⁻¹.

El impacto del pastoreo del ganado vacuno sobre las propiedades físico-químicas del suelo es comúnmente analizado en trabajos de manejo holístico, debido a la importancia de la desintegración de la materia vegetal muerta y al aporte de nutrientes a partir de orina, saliva y excrementos de los animales (Teague *et al.*, 2011; Teague *et al.*, 2013; Arriaga *et al.*, 2014). Las excretas del ganado vacuno son ricas en carbono orgánico y compuestos nitrogenados, donde predomina el nitrógeno en forma de amonio (Bernal *et al.*, 2009). La orina de vaca está compuesta principalmente por desechos nitrogenados como amonio (NH₄⁺), urea (CH₄N₂O), potasio (K⁺) y azufre (S⁺); y en menor proporción por calcio (Ca⁺), magnesio (Mg⁺), sodio (Na⁺) y fósforo (P⁻) (Saunders, 1982).

En el manejo holístico el pH tuvo un incremento significativo de 6.71 a 7.28, esto se debe a la liberación de bases (Ca^+ , Mg^+ , K^+) por la mineralización de la materia orgánica de las excretas por bacterias; estas bases sustituyen al H^+ en el complejo de intercambio catiónico, causando el incremento de saturación de bases del suelo y, por lo tanto aumentando el pH.

El pH es un parámetro importante porque puede influir en la absorción de los nutrimentos y crecimiento de las plantas. Las variaciones del pH pueden beneficiar o perjudicar el crecimiento de las plantas, por ello es importante tomarlo en consideración, para ver si existe una correlación positiva o negativa del cambio de pH con el crecimiento de las plantas. De acuerdo al Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) un pH neutro (6.6-7.3) es favorable para las actividades microbianas que contribuyen en la disponibilidad de nitrógeno, azufre y fósforo del suelo.

Durante la temporada de crecimiento, hubo una tendencia a la disminución en la concentración de materia orgánica en todos los tipos de manejo, esto se debe a la actividad de los microorganismos que utilizan el carbono como fuente de energía y lo liberan como CO_2 a la atmósfera.

Las bajas concentraciones de materia orgánica son características de las zonas áridas, debido a las altas temperaturas y a la escasez de agua; a nivel mundial se reportan cantidades de 0.5-1% (Bohn, 2001). Hernández (2015) reportó un promedio de 1.83% de materia orgánica en islas de recursos (parches de vegetación) en un ecosistema árido cerca de La Paz, BCS, estos sitios son vitales en los desiertos, debido a que contienen altas concentraciones de nutrientes.

Teague *et al.* (2011) reportan ranchos con más de nueve años de manejo holístico, donde las concentraciones de materia orgánica son similares a un sitio

de exclusión, 3.6% en ambos sitios, y mayores a sitios de manejo tradicional con baja y alta densidad animal (3.2% y 2.4%). Arriaga *et al.* (2014), reportan concentraciones de 2.25% de materia orgánica en un sitio bajo manejo extensivo y de 3.08% en un sitio con diez años de exclusión, estos resultados no fueron estadísticamente significativos.

En el presente estudio no se presentaron diferencias significativas del contenido de materia orgánica entre los diferentes tipos de manejo, ni en cada manejo a través del tiempo. La materia orgánica fluctuó de 1.07%-1.48% en el manejo holístico, 1.25%-1.43% en el manejo tradicional y de 1.35-1.61% en el sitio de exclusión.

La acumulación de materia orgánica en zonas áridas es lenta debido a la interrupción de los ciclos de descomposición durante la época seca (Savory y Butterfield, 1999) la cual comprende ocho meses del año en la Región del Cabo (Arriaga y Cancino, 1992). La materia orgánica ayuda al suelo a retener la humedad y nutrimentos esenciales (Sanjari *et al.*, 2010; Teague *et al.*, 2011), lo cual se dificulta en las zonas áridas debido a las bajas concentraciones de materia orgánica y por consecuencia los nutrimentos tienden a lixiviarse (Savory y Butterfield, 1999).

En cuanto a los compuestos nitrogenados, en los tres tipos de manejo existe una tendencia a la disminución en la concentración de nitrógeno en nitritos durante las temporadas posteriores al efecto del pastoreo y la de crecimiento, esto se debe a la volatilización, la transformación a nitratos por bacterias y por la absorción de las raíces (Evangelou, 1998). En el sitio de exclusión y manejo tradicional si hubo una disminución significativa en la temporada de crecimiento, mientras que en el manejo holístico la concentración se mantuvo estable debido al aporte de los desechos del ganado.

En los ecosistemas áridos y semiáridos existen costras biológicas del suelo, comunidades complejas que cubren los primeros 1-2 mm de la superficie del suelo, formadas por cianobacterias, micro-hongos, musgos y líquenes, que suelen ser la fuente principal de nitrógeno en el suelo. Cerca del 70% del nitrógeno fijado por las costras biológicas es liberado en el suelo después de épocas prolongadas de sequía, y se vuelve disponible para plantas y microbios (Austin *et al.*, 2004). Este fenómeno podría explicar el incremento en las concentraciones de nitrógeno en amonio y en nitratos en el mes de mayo en los tres tipos de manejo (Figuras 18 y 19). En el manejo holístico y en el manejo tradicional el nitrógeno en nitratos y en amonio tuvo mayor concentración que en el sitio de exclusión, debido al aporte de los desechos del ganado.

Los nitratos y el amonio son las formas de nitrógeno en el suelo asimilables por las plantas, y su suma sirve como indicador del nitrógeno total disponible para las plantas (Bohn, 2001). En la temporada de crecimiento, se presentó un descenso en las concentraciones de nitrógeno en nitratos, nitrógeno en amonio, y nitrógeno total (Figura 20) en los tres tipos de manejo, debido a: 1) a que las plantas se activan y empiezan a absorber tales nutrientes del suelo para producir su biomasa, 2) la lixiviación causada por las lluvias, y 3) la desnitrificación por bacterias del género *Pseudomonas* y *Micrococcus* (Evangelou, 1998). Arriaga *et al.* (2014), reportan una mayor concentración de nitratos en un sitio de manejo extensivo ($0.574 \text{ meq } 100\text{g suelo}^{-1}$) a un sitio excluido del ganado por diez años ($0.497 \text{ meq } 100\text{g suelo}^{-1}$), debido al aporte de excretas y orina del ganado que puede ser convertido en nitratos por los microorganismos. Teague *et al.* (2011) reportan niveles de nitrógeno total mayores en un sitio de exclusión (13.0 mg kg^{-1}), y similares en un sitio bajo manejo holístico (5.4 mg kg^{-1}) y manejo tradicional (5.3 mg kg^{-1}).

En cuanto a la infiltración, el sitio de exclusión presentó suelos más compactados, esto se debe a un mayor impacto por el ganado. El presente sitio fue excluido del

ganado bajo el criterio de técnicos forestales de CONAFOR, ya que lo consideraron un sitio con alto impacto del ganado. Dentro del área de estudio, el sitio de exclusión es el que se encuentra más cercano a las minas abandonadas, donde concentraban al ganado para el aprovechamiento de los habitantes. El pastoreo continuo del ganado compacta los suelos y disminuye su tasa de infiltración, como consecuencia, incrementan las escorrentías y la erosión (Teague *et al.*, 2004; Arriaga *et al.*, 2014).

10. CONCLUSIÓN

En la Región del Cabo no existe registro alguno de prácticas de manejo holístico, por lo que la caracterización de las variables del hábitat, en función de la actividad ganadera de forma tradicional y holística, son importantes para ver si este modelo de producción es apto para la región. Estos resultados iniciales del manejo holístico podrán servir como base para futuros estudios y planes de manejo de la ganadería en la Sierra Cacachilas y en la Región del Cabo. Los parámetros que tuvieron resultados más significativos dentro del área de estudio fueron:

- En el manejo tradicional, se encontró una disminución en la dominancia de los pastos posterior al efecto del ganado y en la temporada de crecimiento, esto debido al pastoreo continuo, mientras que en el manejo holístico y en el sitio de exclusión estos incrementaron. Lo anterior, refleja una de las desventajas del manejo tradicional, ya que a menor dominancia de pastos hay una mayor superficie de suelo desnudo, como resultado, menor retención de agua y menor actividad microbiana. Así mismo, en el manejo tradicional se encontró un incremento en la biomasa de las herbáceas en la temporada de crecimiento, a diferencia de los otros dos tipos de manejo donde no presentó cambio alguno. Tanto los pastos como las herbáceas son indicadores de hábitats perturbados, ya que son consideradas como plantas pioneras.

- Otro de los parámetros a favor del manejo holístico fue el incremento en la biomasa de las especies poco palatables y muy palatables durante la época de crecimiento, mientras que en el manejo tradicional no se presentaron diferencias significativas.
- En cuanto a los parámetro del suelo, incrementó el pH del suelo en el manejo holístico, mientras que en los otros dos tipos de manejo se mantuvo constante. El pH es importante porque puede influir en la absorción de los nutrimentos y crecimiento de las plantas.
- La concentración de nitrógeno en nitritos se mantuvo estable en el manejo holístico durante la temporada de crecimiento, mientras que en los otros dos tipos de manejo disminuyó.
- En el manejo holístico y en el manejo tradicional, la concentración de nitrógeno en nitratos y en amonio, tuvieron mayor concentración que en el sitio de exclusión posterior al efecto del ganado, esto debido al aporte de los desechos del ganado.

En estos resultados se reflejan las primeras respuestas del hábitat bajo un manejo holístico del ganado. Por el momento se recomienda seguir con el manejo holístico para la Región del Cabo, para encontrar respuestas más contundentes del hábitat, de tal manera, que pueda servir como ejemplo para los ganaderos de la región.

11. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados iniciales, de este estudio se requiere de una continuidad y monitoreo estacional constante, principalmente al final de la temporada de crecimiento, durante al menos cinco años. De esta manera, se podrán corroborar los efectos positivos del manejo holístico cuyos efectos iniciales se registraron en el presente estudio, donde se observó el incremento de biomasa de las plantas palatables y el pH. Con el tiempo esperamos detectar diferencias significativas en

los parámetros que resultaron similares o no presentaron cambios significativos en los tres tipos de manejo, como: las variables ecológicas, nitrógeno en nitratos, nitrógeno en amonio y contenido de materia orgánica. La materia orgánica es una propiedad del suelo estable que requiere de un estudio a largo plazo, para encontrar diferencias significativas en sus concentraciones. De tal manera, se podrá llegar a una conclusión más firme en cuanto a si el manejo holístico es favorable para la región, y su pertinencia para el manejo ganadero bajo las condiciones ambientales y sociales de la Región del Cabo y Baja California Sur. Independiente a las variables evaluadas, se debe de entender como funciona la ganadería tradicional en la región. En la época seca el forraje disminuye, por lo tanto, el ganado recorre una mayor área para abastecer sus necesidades nutricionales, por lo que presenta pérdida de peso y los rancheros se ven obligados a suministrarle forraje cultivado, como la alfalfa, la cual requiere grandes cantidades de agua en su producción, además del uso de pesticidas y fertilizantes que contaminan los suelos y los acuíferos subterráneos. Por su parte, durante el estudio en el manejo holístico el ganado no bajo de peso durante la época seca y no fue necesario suplementarlo con algún forraje cultivado. Al practicar el manejo holístico se podría disminuir la tierra agrícola que se dedica a producir forraje para el ganado (70% a nivel mundial en la actualidad), ayudando a conservar el agua y los suelos.

12. LITERATURA CITADA

- Améndola, R., E. Castillo, P.A. Martínez. 2006. Country pasture / forage resource profiles: Mexico. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. 6–28p.
- Aranda-Gómez, J.J. y J.A. Pérez-Venzor. 1988. Estudio Geológico De Punta Coyotes, Baja California Sur. *Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista*, 7:1–21p.
- Arriaga, L., y J. Cancino. 1992. Prácticas pecuarias y caracterización de especies forrajeras en la selva baja caducifolia. En: A. Ortega Rubio (eds), *Uso y Manejo de los Recursos Naturales Terrestres en la Sierra La Laguna*. Centro de Investigaciones Biológicas / World Wildlife Fund. Publ. 5:155–184p.
- Arriaga, L., Y. Maya, C. Mercado, R. Domínguez 2014. Cattle impact on soil and vegetation of the seasonally dry tropical forest of Baja California Sur. *conservation science in Mexico's northwest: ecosysytem status and trends in the Gulf of California*. 435–452p.
- Austin, A. T., L. Yahdjian, J. M. Stark., J. Belnap, A. Porporato, U. Norton, D. A. Ravetta, S. M. Schaeffer. 2004. Water pulses and biogeochemical cycles in arid and semiarid ecosystems. *Oecologia*, 141(2):221–235p.
- Bernal, M.P., J.A. Albuquerque, R. Moral. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresource Technology*, 100(22):5444–5453p.
- Bohn, H. L., B. L. McNeal, G. A. O'Connor. 2001. Soil Chemistry. 3ra Edición. Capítulo 6. John Wiley & Sons, Inc. Canadá. 155-171p.
- Carrillo-Guerrero, Y. 2010. Diagnóstico de la Cuenca de La Paz. *Pronatura Noroeste*. 35p.
- Cook, C.W. y C.D. Bonham 1977. Techniques for vegetation measurements and analysis for a pre-mining inventory and post-mining inventory. Range Sci. Dept. Range Sci. Series 28:28-82p.
- Delgado, C., M. Rosegrant, H. Steinfeld, S. Ehui, C. Courbois. 1999. Live stock to

- 2020 The Next Food Revolution. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. 28:1–83p.
- Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C.W. Robledo. 2008. *InfoStat, versión 2008*, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Evangelou, V. P. 1998. Environmental Soil and Water Chemistry: Principles and Applications. Capítulo 8. John Wiley & Sons, Inc. Canadá. 323-362p.
- Forouhbakhch, R., R.G. Diaz, L.A. Hauad, M.H. Badii. 1996. Three Methods of Determining Leaf Biomass on Ten Woody Shrub Species in Northeastern Mexico. *Agrociencia*. 30:3-24p.
- Gallina-Tessaro, S., A. Hernández-Huerta, C. A. Delfín-Alfonso, A. González-Gallina. 2009. Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación Ambiental*. 1:143–152p.
- Golluscio, R.A., V.A. Deregibus, J.M. Paruelo. 1998. Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecologia Austral*. 8(2):265–284p.
- González-Saldívar, F., J. Uvalle-Sauceda, C. Cantú-Ayala, L. Reséndiz-Dávila, D. González-Uribe, C. A. Olguín-Hernández. 2014. Efecto de la precipitación sobre la productividad del Matorral Espinoso Tamaulipeco disponible para *Odocoileus virginianus*. *AGRO Productividad*. 7:45–50p.
- Hernández, D.E.G. 2015. *Estructura, diversidad y perfil fisiológico de la comunidad bacteriana del suelo en las islas de recursos del mezquite amargo (prosopis articulata S. Watson) en relación con la diversidad de plantas*. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- Instituto Sudcaliforniano de Cultura (ISC). 2015. Diversos expedientes sobre denuncias mineras realizados en el Distrito Minero de Cacachilas. Archivo Histórico Pablo L. Martínez. Consulta de expedientes entre 2013 y 2015.
- Jackson, M. L. 1982. Análisis químico de suelos. Cuarta edición. Ediciones Omega. Barcelona, 662p.
- Jutzi, S. 2006. Livestock's long shadow environmental issues and options. *Food*

and Agriculture Organization of the United Nations. 390p.

- Lágunas-Vázquez, M., M. Acevedo Beltrán, E.F. Cervantes Martínez, L.F. Beltrán Morales, A. Ortega Rubio. 2013. Sociohistoria de la Ganadería y su importancia en la Seguridad Alimentaria para las Familias Rancheras de la REBIOSLA. En Lágunas-Vázquez, M., L. F. Beltrán. Morales, A. Ortega Rubio (eds). *Diagnóstico y Análisis de los Aspectos Sociales y Económicos en la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna, Baja California Sur, México*. La Paz, BCS, Mexico: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR). 31–48p.
- León de la Luz, J. L., R. Domínguez, M. Domínguez, R. Coria. 2014. Flora Iconográfica de Baja California Sur 2. CIBNOR. Primera edición. Mexico, BCS. 278p.
- Lumaret J. y I.M. Martínez. 2005. EL IMPACTO DE PRODUCTOS VETERINARIOS SOBRE INSECTOS COPRÓFAGOS: CONSECUENCIAS SOBRE LA DEGRADACIÓN DEL ESTIÉRCOL EN PASTIZALES. *Acta Zoológica Mexicana*. 21(3):137–148p.
- Martínez Balboa, A. 1981. La ganadería de Baja California Sur. (Vol. 1). Editorial J. B. La Paz, BCS, México.
- Matteucci, D. S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168p.
- Mostacedo B. y T.S. Fredericksen 2000. *Manual de Métodos Básicos de muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- NOM-021-SEMARNAT.-2000.- Que establece las especificaciones de fertilidad, Salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Metodo AS-07.
- Ortiz-Ávila, V. 1999. Efecto del pastoreo sobre el establecimiento de juveniles en la selva baja caducifolia de la reserva de la Biosfera Sierra de la Laguna, B.C.S. México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

- Ramos, G.J.L., M.L. Reyes, A.H.O. Rubio, L.E. Esparza, E.G. Tirado, V.C.R. Cruz, M.L.L. Valera, L.J.L. Esquivel. 2000. Caracterización técnica de los sistemas productores de carne de bovino, en Aguascalientes. Folleto científico Núm. 9, CEPAB – CIRNC – INIFAP – SAGARPA, Pabellón, Aguascalientes, Mexico. 41pp.
- Ramírez K.F., Martínez N.J. Flores M.A., Rodríguez A.A., Villalobos V.G. 2003. Evaluación económica del sistema extensivo de producción de vaca-becerro en el Estado de Chihuahua mediante un modelo de simulación. AMPA XXXI Reunión Anual, Phoenix, Arizona. 283–293p.
- Rebman, J. P. y N. C. Roberts. 2012. Baja California Plant Field Guide. 3rd edition, San Diego Natural History Museum. USA, CA, San Diego. 451p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2014. Bovino carne: Población ganadera 2005.- 2014.
- Sanjari, G., H. Ghadiri, B. Yu, C.A.A. Ciesiolka. 2010. Increase in ground cover under a paddock scale rotational grazing experiment in South-east Queensland. *19th World Congress of Soil Science*. 52–55p.
- Saunders, W.H.M. 1982. Effects of cow urine and its major constituents on pasture properties. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 25(1):61–68p.
- Savory, A. y J. Butterfield. 1999. Holistic Management, a New Framework for Decision Making. Second ed. Island Press. Washington, D.C.
- Smuts, J.C. 1927. *Holism and Evolution*. Capítulo V: General Concept of Holism. MacMillan and Co., Limited St, Martin's Street. London. Great Britain. 87-124p.
- Solórzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural water by the phenolhypochlorite method. *Limnology and Oceanography*. 14: 799-801p.
- Strickland, J.D.H. y T.R. Parsons. 1972. A practical Handbook of Seawater Analysis, Editorial Fisheries Research Board of Canada. Ottawa, Canada.
- Teague, R., S.L. Dowhower, J.A. Waggoner 2004. Drought and grazing patch dynamics under different grazing management. *Journal of Arid Environments*,

58(1):97–117p.

- Teague, R. F. Provenza, B. Norton, T. Steffens, M. Barnes, M. Kothmann, R. Roath 2009. Benefits of Multi-Paddock Grazing Management on Rangelands: Limitations of Experimental Grazing Research and Knowledge Gaps. *Grasslands: Ecology, Management and Restoration*. 1–40p.
- Teague, R., S.L. Dowhower, S. A. Baker, R. J. Ansley, U.P. Kreuter, D.M. Conover, J.A. Waggoner. 2010. Soil and herbaceous plant responses to summer patch burns under continuous and rotational grazing. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 137(1-2):113–123p.
- Teague, R., S. L. Dowhower, S.A: Baker, N. Haile, P.B. DeLaune, D.M. Conover. 2011. Grazing management impacts on vegetation, soil biota and soil chemical, physical and hydrological properties in tall grass prairie. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 141(3-4):310–322p.
- Teague, R., F. Provenza, U. Kreuter, T. Steffens, M. Barnes. 2013. Multi-paddock grazing on rangelands: Why the perceptual dichotomy between research results and rancher experience? *Journal of Environmental Management*. 128:699–717p.
- Villarruel-Sahagún, L. y I.A.A. Ibarra. 2004. Memoria Foro Agricultura y Desarrollo Rural Sustentables. En *Restauración y conservación de los recursos naturales en el Rancho la Inmaculada, Pitiquito, Sonora, México, utilizando el modelo de la administración holística de los recursos*. Hermosillo, Sonora, 153–164p.
- Walkley, A. y I. A. Black. 1934. An examination of Degtjaraff methods for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*. 37:29–38p.

13. ANEXOS

13.1 Características Físico-químicas del Suelo

Características físico-químicas del suelo en los diferentes tratamientos en el mes de marzo 2015, previo al efecto del pastoreo.

Sitios	Manejo Holístico				Manejo Tradicional				Sitio de Exclusión			
	M.O. %	N-NO ₂ mg Kg ⁻¹	N-NO ₃ mg Kg ⁻¹	N-NH ₄ mg Kg ⁻¹	M.O. %	N-NO ₂ mg Kg ⁻¹	N-NO ₃ mg Kg ⁻¹	N-NH ₄ mg Kg ⁻¹	M.O. %	N-NO ₂ mg Kg ⁻¹	N-NO ₃ mg Kg ⁻¹	N-NH ₄ mg Kg ⁻¹
1	1.1	<0.1	3.1	0.8	1.2	0.4	<0.2	0.4	0.5	0.3	0.3	3.9
2	2.1	0.6	2	0.9	1.2	0.1	0.6	0.6	0.9	0.2	0.2	0.4
3	2.3	0.3	1.9	0.7	1.1	0.1	0.3	0.5	0.5	0.2	<0.2	0.6
4	0.9	0.4	<0.2	0.5	0.6	0.3	0.2	2.6	1.3	0.1	<0.2	0.4
5	1.7	0.1	0.9	0.3	0.8	0.1	1.1	0.6	2.7	0.3	0.1	0.7
6	0.9	0.1	<0.2	0.7	2	0.2	0.1	0.6	2.4	0.5	0.3	3.4
7	0.7	0.2	0.3	0.6	1.5	0.1	<0.2	0.5	2	0.6	0.2	2.8
8	0.8	0.1	0.2	0.4	1.3	0.1	0.1	0.4	0.7	0.2	0.1	0.4
9	0.9	0.1	<0.2	0.4	1.7	0.1	<0.2	2.8	1.4	0.2	<0.2	0.8
10	1.1	<0.1	<0.2	0.6	0.5	0.1	<0.2	0.7	0.5	0.1	<0.2	0.7
11	3.3	0.2	<0.2	0.5	0.6	0.1	2.5	0.6	0.7	0.1	<0.2	0.6
12	0.7	0.2	<0.2	0.7	1.6	0.1	1.9	0.5	2.1	0.3	<0.2	0.3
13	2.2	0.1	<0.2	0.4	1	0.4	<0.2	0.6	0.9	0.3	<0.2	1.3
14	1.4	0.3	<0.2	0.4	2.3	0.1	0.5	0.5	2.3	0.7	0.4	7
15	2.1	0.5	<0.2	0.5	1.3	<0.1	1	0.4	1.4	0.4	0.3	0.5

Características fisicoquímicas del suelo en los diferentes tratamientos en el mes de mayo 2015, posterior al efecto del ganado.

Sitios	Manejo Holístico				Manejo Tradicional				Sitio de Exclusión			
	M.O. %	N-NO ₂ mg Kg ⁻¹	N-NO ₃ mg Kg ⁻¹	N-NH ₄ mg Kg ⁻¹	M.O. %	N-NO ₂ mg Kg ⁻¹	N-NO ₃ mg Kg ⁻¹	N-NH ₄ mg Kg ⁻¹	M.O. %	N-NO ₂ mg Kg ⁻¹	N-NO ₃ mg Kg ⁻¹	N-NH ₄ mg Kg ⁻¹
1	0.9	0.15	5.19	3.25	1.8	0.12	7.74	9.78	0.9	0.18	2	2.61
2	0.8	0.19	8.73	19.32	2.3	0.14	17.99	4.61	2.3	0.47	5.87	4.53
3	2.7	0.26	21.39	4.01	1.1	0.15	3.37	5.67	1.2	0.16	12.48	4.15
4	0.7	0.18	3.47	4.87	0.9	0.15	5.55	3.63	1	0.18	0.63	2.71
5	1.2	0.08	1.33	2.27	2	0.13	7.52	4.65	2.7	0.16	2.88	2.6
6	2.4	0.12	2.77	2.31	1.4	0.13	7.6	5.69	1.8	0.43	2.77	2.62
7	0.3	0.14	3	3.23	3.1	0.15	17.76	4.37	1.4	0.11	0.91	2.16
8	0.9	0.14	3.77	3.28	2.2	0.18	24.56	5.51	2	0.25	2.75	2.84
9	0.6	0.03	1.62	5.2	1.2	0.16	5.51	3.4	1.1	0.24	3.19	2.63
10	1.6	0.15	7.56	7.69	0.3	0.13	4.44	4.6	0.7	0.13	1.56	2.43
11	2.3	0.16	20.91	4.68	0.7	0.11	3.14	5.11	1.1	0.15	1.69	3.13
12	0.8	0.48	20.51	7.4	1.4	0.16	7.95	6.84	3.7	0.29	5.94	2.81
13	3	0.15	18.68	5.63	0.7	0.12	3.73	2.88	1.1	0.16	1.9	2.29
14	1.2	0.12	13.07	4.77	1	0.12	3.4	3.54	2.2	0.25	5.66	30.59
15	1.8	0.19	5.2	3.71	1.3	0.09	1.02	3.42	1	0.31	1.59	5.01

Características fisicoquímicas del suelo en los diferentes tratamientos en el mes de noviembre 2015, finales de la época de crecimiento.

Sitios	Manejo Holístico				Manejo Tradicional				Sitio de Exclusión			
	M.O. %	N-NO ₂ mg Kg ⁻¹	N-NO ₃ mg Kg ⁻¹	N-NH ₄ mg Kg ⁻¹	M.O. %	N-NO ₂ mg Kg ⁻¹	N-NO ₃ mg Kg ⁻¹	N-NH ₄ mg Kg ⁻¹	M.O. %	N-NO ₂ mg Kg ⁻¹	N-NO ₃ mg Kg ⁻¹	N-NH ₄ mg Kg ⁻¹
1	1.1	0.1	7.8	0.3	0.7	<0.1	4.8	<0.1	1.6	0.1	4.9	0.1
2	1	<0.1	1.7	0.2	1.3	<0.1	4.6	0.3	2.3	<0.1	3.2	0.1
3	0.5	0.2	2.5	0.1	1.1	0.1	3.5	0.4	0.7	0.3	1.8	0.1
4	0.8	<0.1	2.9	0.2	0.1	<0.1	1.1	0.2	1	<0.1	2.2	0.1
5	0.7	<0.1	1.8	<0.1	1.9	<0.1	0.8	<0.1	2	0.3	2.5	0.4
6	0.2	0.2	1.7	0.1	1.8	<0.1	5.6	0.4	3.4	0.4	5	0.5
7	0.1	<0.1	0.9	0.1	0.9	0.2	1.3	0.9	0.8	0.7	5	0.3
8	0.1	<0.1	0.7	0.1	2	<0.1	15.1	0.8	0.4	0.1	1.7	0.1
9	0.3	0.3	1.8	0.6	0.6	0.1	1.5	0.7	1.3	<0.1	5	1.6
10	0.9	<0.1	2.6	0.7	0.3	0.2	5.7	0.9	0.4	<0.1	2	<0.1
11	4.6	0.3	11.3	0.4	1.1	0.1	1.1	1	0	0.1	1.7	0.6
12	0.5	0.2	5.5	0.6	2	0.4	4.2	1.2	3.4	<0.1	4.7	0.1
13	2.7	0.1	6.3	0.8	2.2	<0.1	1.9	0.1	0.5	<0.1	3.8	0.3
14	0.3	0.2	4.6	0.9	3.9	<0.1	2.9	0.3	1.7	0.1	4.8	<0.1
15	2.2	0.6	16.7	2.9	0.7	<0.1	1	0.1	0.8	0.4	2.6	0.5

13.2 Listado de Especies Vegetales e IVI

Listado de especies vegetales e Índice de Valor de Importancia (IVI) de las tres temporadas para cada especie (P=pasto, H=herbácea, AB=arbusto, AR, árbol, S=suculenta, T=trepadora)

Manejo Holístico

N. común	N. científico	Familia	F. de vida	antes	después	crecimiento
algodón	<i>Gossypium davidsoni</i>	Malvaceae	AB	0.54	0.69	1.72
biznaga	<i>Ferocactus peninsulae</i>	Cactaceae	S	0.52	0.57	
candelilla	<i>Euphorbia lomelii</i>	Euphorbiaceae	AB		2.21	1.28
caribe	<i>Cnidoscopus angustidens</i>	Euphorbiaceae	H			3.23
chaparro	<i>Castela</i>					
amargoso	<i>peninsularis</i>	Simaroubaceae	AB	1.25	1.09	1.03
choya	<i>Cylindropuntia choya</i>	Cactaceae	S	5.41	6.00	3.84
chuparrosa	<i>Justicia californica</i>	Acanthaceae	AB	4.09	7.01	4.70
ciruelo	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Anacardiaceae	AR	16.08	15.25	16.47
copal	<i>Bursera filicifolia</i>	Burseraceae	AR	2.19	2.50	2.12
cordoncillo	<i>Elytraria imbricata</i>	Acanthaceae	AB		0.64	
damiana	<i>Turnera diffusa</i>	Turneraceae	AB	2.66	2.82	1.84
ejotón	<i>Ebenopsis confinis</i>	Fabaceae	AB	4.87	4.75	4.13
enredadera 1			T	1.78	0.60	2.34
frijol	<i>Phaseolus filiformes</i>	Fabaceae	T	1.98	3.64	13.20
frijolillo (palo dai)	<i>Acacia goldmanii</i>	Fabaceae	AB	0.59	0.73	
golondrina	<i>Euphorbia polycarpa</i>	Euphorbiaceae	H	41.46	55.98	49.10
granadillo	<i>Polygala apopetala</i>	Polygalaceae	AB			1.62
hediondilla	<i>Adenophyllum speciosum</i>	Asteraceae	AB	1.76		
herbácea 1			H	4.59	3.73	2.30
herbácea 2			H	8.11	11.74	15.66
herbácea 3			H	28.59	0.59	0.48

Continuación...

lavanda	<i>Hyptis laniflora</i>	<i>Lamiaceae</i>	AB	7.36	5.84	4.29
liga	<i>Euphorbia californica</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	AB	12.76	15.86	14.95
lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	AB	34.54	39.35	38.11
malva	<i>Melochia tomentosa</i>	<i>Malvaceae</i>	AB	2.58	2.66	4.15
mammillaria	<i>Cochemiea poselgeri</i>	<i>Cactaceae</i>	S	0.49	0.53	0.95
manzanilla	<i>Perityle spp.</i>	<i>Asteraceae</i>	H	1.86	7.95	
mariola	<i>Solanum hindsianum</i>	<i>Solanaceae</i>	AB	0.55	1.16	
matacora	<i>Jatropha cuneata</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	AB	7.92	7.94	7.29
melón coyote	<i>Ibervillea sonora</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	T			1.02
moradita	<i>Dicliptera resupinata</i>	<i>Acanthaceae</i>	H	1.57	2.87	
nopal	<i>Opuntia littoralis</i>	<i>Cactaceae</i>	S	2.01	1.17	0.97
palillo verde		<i>Euphorbiaceae</i>	H		1.45	1.78
palo adán	<i>Fouquieria diguetii</i>	<i>Fouquieriaceae</i>	AB	6.17	7.89	6.17
palo colorado	<i>Colubrina viridis</i>	<i>Rhamnaceae</i>	AB	4.26	2.37	4.12
palo estaca	<i>Caesalpinia arenosa</i>	<i>Fabaceae</i>	AB	2.47	3.74	19.69
palo estaca 2	<i>Caesalpinia sp.</i>	<i>Fabaceae</i>	AB			2.67
palo verde	<i>Parkinsonia florida</i>	<i>Fabaceae</i>	AR	1.16	0.92	0.99
parraleña	<i>Pectis multisetata</i>	<i>Asteraceae</i>	H	3.37		
pasiflora	<i>Passiflora arida</i>	<i>Passifloraceae</i>	T	0.50		
Pasto			P	9.98	4.91	16.74
pimentilla	<i>Adelia virgata</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	AB		0.98	0.75
pitaya agria	<i>Stenocereus gummosus</i>	<i>Cactaceae</i>	S	3.27	3.15	2.57
quelite	<i>Amaranthus palmeri</i>	<i>Amaranthaceae</i>	H	10.34	2.04	0.56
rama parda	<i>Ruellia californica</i>	<i>Acanthaceae</i>	AB	16.62	17.02	15.20
rama plateada	<i>Holographis virgata</i>	<i>Acanthaceae</i>	AB			0.60
s. de borracho			H	0.49	8.09	0.48
san miguelito	<i>Antigonon leptopus</i>	<i>Polygonaceae</i>	T	5.80	4.14	5.85
sp3	<i>Lyrocarpa xanti</i>	<i>Brassicaceae</i>	H	0.50		
talayote chino	<i>Matelea pringlei</i>	<i>Asclepiadaceae</i>	T	0.52		0.51
toloache	<i>Datura discolor</i>	<i>Solanaceae</i>	H	1.05		

Continuación...

tomatillo	<i>Physalis angulata</i>	<i>Solanaceae</i>	H		0.72	2.10
torote blanco	<i>Bursera odorata</i> <i>Bursera</i>	<i>Burseraceae</i>	AR		1.76	1.04
torote rojo	<i>microphylla</i> <i>Cardiospermum</i>	<i>Burseraceae</i>	AR	8.20	3.66	8.77
tronadora	<i>corindum</i>	<i>Celastraceae</i>	T	4.90	7.45	4.80
uña de gato	<i>Mimosa xantii</i> <i>Caesalpinia</i>	<i>Fabaceae</i>	AB	3.12	4.01	3.17
vara prieta	<i>californica</i>	<i>Fabaceae</i>	AB	18.63	19.28	
yuca	<i>Meremia aurea</i>	<i>Convolvulaceae</i>	T	0.57		4.66

Manejo Tradicional

N. común	N. científico	Familia	F. de vida	antes	después	crecimiento
algodón	<i>Gossypium davidsoni</i>	<i>Malvaceae</i>	AB	0.57		1.81
arbusto 1			AB	0.54	0.80	
candelilla	<i>Euphorbia lomelii</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	AB	2.83	3.83	3.02
cardón	<i>Pachycereus pringlei</i>	<i>Cactaceae</i>	S	1.24	0.82	1.22
caribe	<i>Cnidioscolus angustidens</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	H			3.24
chaparro	<i>Castela</i>					
amargoso	<i>peninsularis</i>	<i>Simaroubaceae</i>	AB	0.70		
choya	<i>Cylindropuntia choya</i>	<i>Cactaceae</i>	S	8.68	10.30	7.11
chuparrosa	<i>Justicia californica</i>	<i>Acanthaceae</i>	AB	1.43	1.59	2.72
ciruelo	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	<i>Anacardiaceae</i>	AR	14.87	16.70	11.01
damiana	<i>Turnera diffusa</i>	<i>Turneraceae</i>	AB	5.21	5.45	4.21
enredadera 1			T	2.15	2.51	1.67
enredadera 2			T			1.16
frijol	<i>Phaseolus filiformes</i>	<i>Fabaceae</i>	T			3.91
frijolillo	<i>Acacia goldmanii</i>	<i>Fabaceae</i>	AB	7.06	10.89	9.92
garambullo	<i>Lophocereus schottii</i>	<i>Cactaceae</i>	S	0.70	1.09	0.54
golondrina	<i>Euphorbia polycarpa</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	H	44.14	17.71	69.82
golondrina 2	<i>Marina californica</i>	<i>Fabaceae</i>	H	4.30		
hediondilla	<i>Adenophyllum speciosum</i>	<i>Asteraceae</i>	AB	2.01	0.84	0.72
herbacea 3			H	1.47		4.77
herbacea 4			H	10.37		0.54
jumete	<i>Asclepias subulata</i>	<i>Asclepiadaceae</i>	H	0.55		
lavanda	<i>Hyptis laniflora</i>	<i>Lamiaceae</i>	AB	7.66	12.14	7.08
liga	<i>Euphorbia californica</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	AB	6.78	9.28	6.42
lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	AB	16.13	25.82	19.97
malva	<i>Melochia tomentosa</i>	<i>Malvaceae</i>	AB	2.84	5.82	4.97
mamilaria 1	<i>Cochemia poselgeri</i>	<i>Cactaceae</i>	S	0.77	2.11	1.70

Continuación...

mamilaria 2	<i>Mammillaria dioica</i>	<i>Cactaceae</i>	S	1.57		
manzanilla	<i>Perityle spp.</i>	<i>Asteraceae</i>	H	5.72		
mariola	<i>Solanum hindsianum</i>	<i>Solanaceae</i>	AB	1.24	1.97	2.05
matacora	<i>Jatropha cuneata</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	AB	7.08	11.74	8.89
melon coyote	<i>Ibervillea sonora</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	T			0.70
mesquitillo	<i>Krameria pauciflora</i>	<i>Krameriaceae</i>	AB		1.97	1.67
mochito	<i>Boerhavia xantii</i>	<i>Nyctaginaceae</i>	H			5.01
moradita	<i>Dicliptera resupinata</i>	<i>Acanthaceae</i>	H	1.23	1.33	1.59
obelisco	<i>Hibiscus ribifolius</i>	<i>Malvaceae</i>	AB			1.60
ocote	<i>Gochnatia arborescens</i>	<i>Asteraceae</i>	AR	1.55	1.57	0.89
palillo verde		<i>Euphorbiaceae</i>	H	3.35	3.09	3.15
palo adan	<i>Fouquieria diguetii</i>	<i>Fouquieriaceae</i>	AB	2.98	3.56	4.50
palo amarillo	<i>Esenbeckia flava</i>	<i>Rutaceae</i>	AR	1.34	2.17	1.56
palo blanco	<i>Lysiloma candida</i>	<i>Fabaceae</i>	AR			1.51
palo colorado	<i>Colubrina viridis</i>	<i>Rhamnaceae</i>	AB	9.02	8.94	6.44
palo estaca	<i>Caesalpinia arenosa</i>	<i>Fabaceae</i>	AB	4.20	4.16	25.29
palo estaca 2	<i>Caesalpinia sp.</i>	<i>Fabaceae</i>	AB		4.70	2.84
parraleña	<i>Pectis multisetata</i>	<i>Asteraceae</i>	H	2.12		
pasiflora	<i>Passiflora arida</i>	<i>Passifloraceae</i>	T	0.56	1.14	0.79
pasto			P	49.38	38.09	14.58
pega-pega	<i>Eucnide cordata</i>	<i>Loasaceae</i>	H			0.52
pega-ropa	<i>Mentzelia adhaerens</i>	<i>Loasaceae</i>	T	0.55		
pimentilla	<i>Adelia virgata</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	AB		3.37	3.11
pitaya agria	<i>Stenocereus gummosus</i>	<i>Cactaceae</i>	S	1.25	1.63	1.20
pitaya dulce	<i>Stenocereus thurberi</i>	<i>Cactaceae</i>	S	0.60	0.82	0.70
rama parda	<i>Ruellia californica</i>	<i>Acanthaceae</i>	AB	13.79	19.90	12.02
rama plateada	<i>Holographis virgata</i>	<i>Acanthaceae</i>	AB	0.79	2.30	0.66
s. de borracho			H	5.28	0.80	5.19
san miguelito	<i>Antigonon leptopus</i>	<i>Polygonaceae</i>	T	4.90	4.01	6.62

Continuación...

tacote	<i>Bahiopsis deltoidea</i>	<i>Asteraceae</i>	AB		0.87		
	<i>Psittacanthus</i>						
toji	<i>sonorae</i>	<i>Loranthaceae</i>	H	0.60			
toloache	<i>Datura discolor</i>	<i>Solanaceae</i>	H	0.56			
torote blanco	<i>Bursera odorata</i>	<i>Burseraceae</i>	AR	1.29		1.35	
	<i>Bursera</i>						
torote rojo	<i>microphylla</i>	<i>Burseraceae</i>	AR	13.07	15.66	12.22	
	<i>Cardiospermum</i>						
tronadora	<i>corindum</i>	<i>Celastraceae</i>	AB	2.15	5.77	2.03	
	<i>Caesalpinia</i>						
vara prieta	<i>californica</i>	<i>Fabaceae</i>	AB	19.65	31.92		
yuca	<i>Meremia aurea</i>	<i>Convolvulaceae</i>	T	0.61	0.84	3.80	

Sitio de Exclusión

N. común	N. científico	Familia	F. de vida	antes	después	crecimiento
algodón	<i>Gossypium davidsoni</i>	Malvaceae	AB	0.74	1.16	0.54
algodoncillo	<i>Gossypium sp.</i>	Malvaceae	H			1.99
biznaga	<i>Ferocactus peninsulae</i>	Cactaceae	S	0.75	1.36	0.75
cafecillo	<i>Senna obtusifolia</i>	Fabaceae	AB		1.06	0.69
candelilla	<i>Euphorbia lomelii</i>	Euphorbiaceae	AB	3.19	5.79	3.25
caribe	<i>Cnidioscolus angustidens</i>	Euphorbiaceae	H			2.91
cenizillo			AB	1.28	0.91	1.63
chaparro	<i>Castela peninsularis</i>	Simaroubaceae	AB	1.16	1.12	1.04
amargoso	<i>Cylindropuntia choya</i>	Cactaceae	S	3.07	6.23	2.04
choya	<i>Cylindropuntia alcahes</i>	Cactaceae	S	0.57		
choparrosa	<i>Justicia californica</i>	Acanthaceae	AB	1.31	1.98	1.17
ciruelo	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Anacardiaceae	AR	18.11	25.16	16.75
damiana	<i>Turnera diffusa</i>	Turneraceae	AB	4.13	6.50	3.89
ejotón	<i>Ebenopsis confinis</i>	Fabaceae	AB	2.28	3.44	1.40
enredadera 1			T	6.21	2.63	3.80
frijol	<i>Phaseolus filiformes</i>	Fabaceae	T	2.59		1.58
golondrina	<i>Euphorbia polycarpa</i>	Euphorbiaceae	H	13.97	4.90	25.47
golondrina 2	<i>Marina californica</i>	Fabaceae	H	1.04		
herbacea 2			H			2.11
herbacea 3			H	2.89		2.06
herbacea 4			H	3.61	0.99	1.10
liga	<i>Euphorbia californica</i>	Euphorbiaceae	AB	7.85	11.38	9.75
lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	Euphorbiaceae	AB	23.79	34.87	24.66
magüey	<i>Agave aurea</i>	Agavaceae	S	2.97	4.47	2.62
malva	<i>Melochia tomentosa</i>	Malvaceae	AB	6.75	9.15	8.27
mammillaria	<i>Cochemiea poselgeri</i>	Cactaceae	S			0.53

Continuación...

manzanilla	<i>Perityle spp.</i>	<i>Asteraceae</i>	H	5.58		
	<i>Cordia</i>					
manzanita	<i>brevispicata</i>	<i>Boraginaceae</i>	AB		1.01	
	<i>Solanum</i>					
mariola	<i>hindsianum</i>	<i>Solanaceae</i>	AB	2.21	5.43	3.04
mariolita			AB	1.54		
	<i>Jatropha</i>					
matacora	<i>cuneata</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	AB	10.00	12.55	6.51
	<i>Boerhavia</i>					
mochito	<i>xantii</i>	<i>Nyctaginaceae</i>	H			16.99
	<i>Gochnatia</i>					
ocote	<i>arborescens</i>	<i>Asteraceae</i>	AR	2.20	2.98	1.36
palillo verde		<i>Euphorbiaceae</i>	H	1.41	1.95	4.22
	<i>Fouquieria</i>					
palo adan	<i>diguetii</i>	<i>Fouquieriaceae</i>	AB	7.88	14.77	8.94
	<i>Lysiloma</i>					
palo blanco	<i>candida</i>	<i>Fabaceae</i>	AR	6.96	8.11	5.73
palo colorado	<i>Colubrina viridis</i>	<i>Rhamnaceae</i>	AB	5.95		0.53
	<i>Caesalpinia</i>					
palo estaca	<i>arenosa</i>	<i>Fabaceae</i>	AB	3.09	8.33	6.62
palo estaca 2	<i>Caesalpinia sp.</i>	<i>Fabaceae</i>	AB			2.18
	<i>Parkinsonia</i>					
palo verde	<i>florida</i>	<i>Fabaceae</i>	AR	1.53	2.31	1.48
parraleña	<i>Pectis multisetata</i>	<i>Asteraceae</i>	H	41.70		4.01
pasiflora	<i>Passiflora arida</i>	<i>Passifloraceae</i>	T		0.92	
pasto			P	28.21	19.46	41.44
pimientilla	<i>Adelia virgata</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	AB		8.90	5.84
	<i>Stenocereus</i>					
pitaya agria	<i>gummosus</i>	<i>Cactaceae</i>	S	2.60	5.04	2.93
	<i>Stenocereus</i>					
pitaya dulce	<i>thurberi</i>	<i>Cactaceae</i>	S	0.88		0.65
	<i>Amaranthus</i>					
quelite	<i>palmeri</i>	<i>Amaranthaceae</i>	H	4.31	3.76	0.69
	<i>Ruellia</i>					
rama parda	<i>californica</i>	<i>Acanthaceae</i>	AB	25.13	45.40	27.65
s. de borracho			H	3.40		
	<i>Antigonon</i>					
san miguelito	<i>leptopus</i>	<i>Polygonaceae</i>	T	11.81	7.53	11.37
santimia	<i>Aloysia barbata</i>	<i>Verbenaceae</i>	AB	0.60		
	<i>Bahiopsis</i>					
tacote	<i>deltoidea</i>	<i>Asteraceae</i>	AB	1.52	3.62	
toloache	<i>Datura discolor</i>	<i>Solanaceae</i>	H	3.48	0.99	1.83
	<i>Bursera</i>					
torote blanco	<i>odorata</i>	<i>Burseraceae</i>	AR	3.20	2.45	0.54
	<i>Bursera</i>					
torote rojo	<i>microphylla</i>	<i>Burseraceae</i>	AR	11.23	17.09	4.60

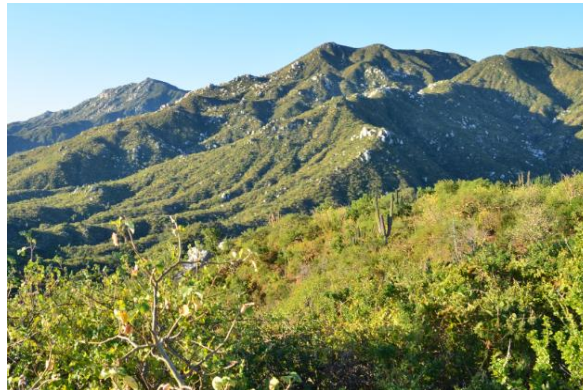
Continuación...

uña de gato	<i>Mimosa xantii</i>	<i>Fabaceae</i>	AB		0.99	
	<i>Caesalpinia</i>					
vara prieta	<i>californica</i>	<i>Fabaceae</i>	AB	4.67	2.38	11.60
	<i>Trianthena</i>					
verdolaga	<i>portulacastrum</i>	<i>Aizoaceae</i>	H			0.55
yuca	<i>Meremia aurea</i>	<i>Convolvulaceae</i>	T		0.96	5.82

13.3 Imágenes del Área de Estudio



Época seca



Época húmeda



Presencia de pastos, herbáceas y trepadoras en la temporada de crecimiento.



(A) Corraleta con ganado, fuera de esta, se observa suelo desnudo. (B) Impacto animal de una semana.



(A) Suelo con costra madura y (B) suelo con costra rota.



Manejo holístico del ganado. Pastoreo controlado en un área con vegetación de transición entre matorral sarcocaulé y selva baja caducifolia.



Especies más importantes en el área de estudio: (A) *Jatropha cinerea* (lomboy), (B) *Ruellia californica* (rama parda), (C) *Cyrtocarpa edulis* (ciruelo), (D) *Fouquieria diguetii* (palo adán) (E) *Caesalpinia arenosa* (palo estaca), (F) *Caesalpinia californica* (vara prieta).